



21 Aktenzeichen: 195 22 165.6
22 Anmeldetag: 19. 6. 95
43 Offenlegungstag: 21. 12. 95

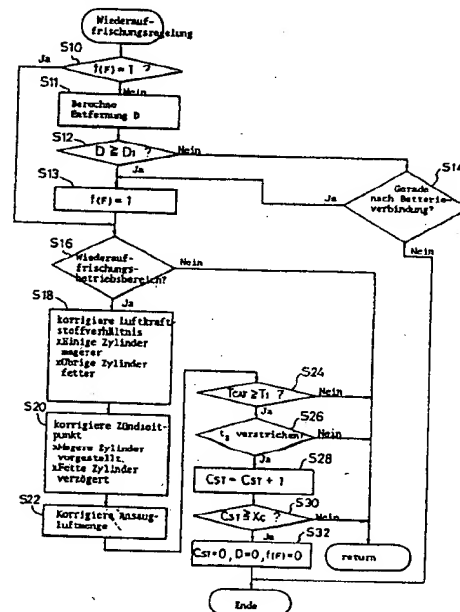
30 Unionspriorität: 32 33 31
17.06.94 JP 6-135467 07.09.94 JP 6-214059
04.10.94 JP 6-240344 05.10.94 JP 6-241087
71 Anmelder:
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Ralf Kern und Kollegen, 80686 München

72 Erfinder:
Koga, Kazuo, Okazaki, Aichi, JP; Okada, Kojiro,
Nagoya, Aichi, JP; Danno, Yoshiaki, Kyoto, JP;
Togai, Kazuhide, Takatsuki, Osaka, JP; Hirako,
Osamu, Okazaki, Aichi, JP; Ohmori, Shogo, Okazaki,
Aichi, JP; Sanbayashi, Daisuke, Toyota, Aichi, JP;
Kodama, Yoshiaki, Okazaki, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung und Verfahren für die Regelung einer Verbrennungskraftmaschine

57 Eine Vorrichtung zum Regeln einer Verbrennungskraftmaschine weist eine Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, welche im Abgas enthaltene Stickstoffoxide absorbiert, wenn der Motor in einem Magerverbrennungszustand ist, und welche die absorbierten Stickstoffoxide desoxidiert, wenn der Motor in einem Fettverbrennungszustand ist. Die Motorregelungsvorrichtung weist eine elektronische Steuereinheit zum Schätzen der Menge anderer Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen als Stickstoffoxide auf, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Katalysatoreinrichtung herabsetzt und von der Katalysatoreinrichtung absorbiert wird, wobei diese Schätzung auf der Basis des akkumulierten Wertes der Fahrzeugfahrstrecke, des Kraftstoffverbrauchs des Motors oder der Ansaugluftmenge erfolgt. Die Steuereinheit ändert die Betriebsbedingung des Motors derart, daß die Auspuffgastemperatur erhöht wird, wenn geurteilt wird, daß die geschätzte Adsorptionsmenge eine vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat. Die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung wird von einem Hochtemperaturauspuffgas erwärmt, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Katalysatoreinrichtung zu entfernen.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungskraftmaschine, mit der ein Abfallen der Reinigungsfunktion einer Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung verhindert werden kann.

Zum Verbessern der Kraftstoffausnutzung oder einer anderen Leistung einer Verbrennungskraftmaschine ist ein Verfahren bekannt, bei dem das Luftkraftstoffverhältnis auf einen Sollwert (beispielsweise 22) geregelt wird, der magerer ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis (14,7), um hierdurch eine Magerverbrennung im Motor durchzuführen, wenn der Motor in einem vorbestimmten Antriebszustand angetrieben wird. Wird ein Dreiwegkatalysatorumwandler für den Motor verwendet, bei dem das vorgenannte Verfahren angewendet wird, können jedoch Stickstoffoxide (NOx) während der Magerverbrennung nicht ausreichend gereinigt werden, da der Dreiwegkatalysatorumwandler im mageren Luftkraftstoffverhältnissbereich nicht mit voller Leistung arbeitet. In dieser Hinsicht sind Versuche vorgenommen worden, die Emission von NOx auch im Magerverbrennungsbetrieb zu verringern, indem ein sogenannter NOx-Katalysator verwendet wird, der NOx adsorbiert, das vom Motor in einem sauerstoffangereicherten Zustand (oxidierende Atmosphäre) abgegeben wird, und das adsorbierte NOx in einem Kohlenwasserstoff-(HC)-Überschußzustand (reduzierende Atmosphäre) desoxidiert.

Es gibt jedoch hinsichtlich der Menge an NOx, die vom NOx-Katalysator adsorbiert werden kann, eine Grenze. Wird der Motor kontinuierlich in einem Magerverbrennungszustand betrieben, wird der Katalysator mit NOx gesättigt. In diesem Fall wird der größte Teil an NOx-Gas, das vom Motor abgegeben wird, in die Atmosphäre emittiert. Um dies zu vermeiden, bevor oder wenn der NOx-Katalysator mit adsorbiertem NOx gesättigt ist, wird eine Verschiebung zur fetten Mischungsregelung hin durchgeführt, die das Luftkraftstoffverhältnis auf ein theoretisches Verhältnis oder auf nahe Werte hiervon regelt, um dadurch den theoretischen Verhältnisbetrieb oder den fetten Verbrennungsbetrieb des Motors zu starten. Das resultierende Auspuffgas, das eine Menge an unverbrannten Gasen enthält, erzeugt eine reduzierende Atmosphäre zur Desoxidation von NOx um den Katalysator herum.

Hinsichtlich des Zeitpunkts, bei dem der Magerverbrennungsbetrieb auf den theoretischen Verhältnisbetrieb oder den Fettverbrennungsbetrieb schaltet, ist ein Verfahren aus der veröffentlichten japanischen Patentanmeldung KOKAI Nr. H5-133260 bekannt, bei dem die verstrichene Zeit seit dem Start der mageren Luftkraftstoffverhältnisregelung gemessen und der Wechsel zur fetten Luftkraftstoffregelung verstärkt ausgeführt wird, wenn eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist. Bei diesem Verfahren wird die magere Luftkraftstoffverhältnisregelung wieder nach der vollständigen Desoxidation von NOx gestartet, das vom Katalysator während der fetten Luftkraftstoffverhältnisregelung adsorbiert wird. Auf diese Weise werden die Magerverbrennung und die Fettverbrennung alternativ ausgeführt, um die Emission von NOx zu reduzieren.

Gemäß dem vorerwähnten Stand der Technik kann die Reinigungsfähigkeit des NOx-Katalysators wieder hergestellt werden, in dem vom NOx-Katalysator adsorbiertes NOx desoxidiert und entfernt wird. Am NOx-Katalysator haftet jedoch eine Substanz an, welche die

NOx-Adsorptionsfähigkeit des Katalysators verringert, indem sie sich an eine Stelle festsetzt, wo NOx naturgemäß adsorbiert wird (im folgenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanz genannt), wie Schwefel und seine Verbindungen.

Andere Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen als NOx können jedoch auch dann nicht entfernt werden, wenn die in der veröffentlichten japanischen Patentanmeldung KOKAI Nr. H5-133260 offenbarte Luftkraftstoffverhältnisregelung ausgeführt wird, und die Haftmenge steigt im Laufe der Motorlaufzeit an. Wird das Anhaften von Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen so gelassen, wie sie ist, verringert sich die NOx-Adsorptionsfähigkeit des NOx-Katalysators, wodurch er seine Reinigungsfunktion nicht mehr ausreichend erfüllen kann.

Die veröffentlichte japanische Patentanmeldung KOKAI Nr. H6-66129 offenbart ein Verfahren, bei dem eine Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung mittels einer elektrischen Heizeinrichtung erwärmt wird, wenn beurteilt wird, daß die Menge an Schwefeloxiden, die von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbiert wird, eine vorbestimmte Menge erreicht hat, durch welche die von der Katalysatoreinrichtung adsorbierten Schwefeloxide von der Katalysatoreinrichtung entfernt werden. Bei diesem Stand der Technik muß jedoch eine elektrische Heizeinrichtung zum Erwärmen der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung neu installiert werden, und zusätzlich muß elektrische Energie der elektrischen Heizeinrichtung zugeführt werden. Die Kapazität der Batterie, die an einem Fahrzeug befestigt ist, welches von einer Verbrennungskraftmaschine angetrieben wird, ist begrenzt, und es muß eine Batterie mit einer hohen Kapazität verwendet werden, um bei Verwendung einer elektrischen Heizvorrichtung die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung zu erwärmen.

Die veröffentlichte japanische Patentanmeldung KOKAI H5-76771 offenbart ein Verfahren, bei dem Schwefeloxide, die von einer Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbiert werden, welche direkt die Stickstoffoxide zerlegt, oxidiert oder desoxidiert werden, wenn der Motor heiß ist, wobei Schwefeloxide von der Katalysatoreinrichtung entfernt werden. Bei diesem Stand der Technik können jedoch auch dann, wenn die Adsorption von Schwefeloxiden übermäßig hoch wird, die Schwefeloxide nicht von der Katalysatoreinrichtung entfernt werden, wenn die Motortemperatur niedrig ist.

Ein Ziel der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren für die Steuerung einer Verbrennungskraftmaschine zu schaffen, mit der die Reinigungsfunktion der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung wieder hergestellt werden kann, während die Verbrennungskraftmaschine betrieben wird, und zwar sogar dann, wenn andere Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen als Stickstoffoxide an der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung anhaften.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist eine Regelungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine vorgesehen, welche eine Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung aufweist, die in einem Auslaßkanal des Motors angeordnet ist, um die Emission von Stickstoffoxiden in die Atmosphäre zu verringern, wobei die Katalysatoreinrichtung betreibbar ist, daß sie Stickstoffoxide adsorbiert, die im vom Motor abgegebenen Auspuffgas enthalten sind, wenn der Motor in einem Magerverbrennungszustand ist, wo das Luftkraftstoffverhältnis einer dem Motor zugeführten Kraftstoffmischung magerer ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis,

und um die adsorptierten Stickstoffoxide zu desoxidieren, wenn der Motor in einem Fettverbrennungszustand ist, wo das Luftkraftstoffverhältnis gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis.

Diese Motorregelungsvorrichtung umfaßt eine Adsorptionsmengenschätzeinrichtung zum Schätzen der Adsorptionsmenge an von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbierten Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung verringern, und zum Bestimmen, ob die geschätzte Adsorptionsmenge eine vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und eine Katalysatorerwärmungseinrichtung zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch Erhöhen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, indem die Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine so geändert wird, daß die Auspuffgastemperatur ansteigt, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat.

Gemäß dieser Motorregelungsvorrichtung können andere Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen als Stickstoffoxide, die an der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung anhaften, entfernt werden, während der Motor in Betrieb ist, um die Reinigungsfunktion der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung wieder herzustellen.

Vorzugsweise weist die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung eine Kraftstoffmengenakkumulierungseinrichtung zum Akkumulieren des Kraftstoffverbrauchs der Verbrennungskraftmaschine auf, und urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn der von der Kraftstoffmengenakkumulierungseinrichtung berechnete akkumulierte Kraftstoffverbrauch eine vorbestimmte Menge erreicht hat. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform kann die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf einfache Weise ohne direkte Messung vom akkumulierten Wert des Kraftstoffverbrauchs bestimmt werden.

Vorzugsweise wird die Verbrennungskraftmaschine von einem Kraftstoffeinspritzventil mit Kraftstoff versorgt, das von einem impulsförmigen Steuerstrom gesteuert wird, die Kraftstoffmengenakkumulierungseinrichtung akkumuliert die Impulsbreite des Steuerstroms, und der akkumulierte Kraftstoffverbrauch wird auf der Basis der akkumulierten Impulsbreite berechnet. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform kann die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf einfache Weise aus dem akkumulierten Wert der Steuerimpulsbreite des Kraftstoffeinspritzventils bestimmt werden.

Vorzugsweise akkumuliert die Kraftstoffmengenakkumulierungseinrichtung den Kraftstoffverbrauch nur, wenn die Verbrennungskraftmaschine in einem Magerverbrennungszustand betrieben wird. In diesem Fall akkumuliert die Kraftstoffmengenakkumulierungseinrichtung den Kraftstoffverbrauch nur im Magerverbrennungsbetrieb, bei dem die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen leicht anhaften und der Katalysator schnell schlechter wird, so daß die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen genauer bestimmt werden kann.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung ferner eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreini-

gungskatalysatoreinrichtung auf, und die Kraftstoffmengenakkumulierungseinrichtung akkumuliert den Kraftstoffverbrauch nur, wenn die Temperatur der Katalysatoreinrichtung nicht höher ist als eine vorbestimmte Temperatur. In diesem Fall kann die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen genauer geschätzt werden.

Vorzugsweise weist die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung eine Fahrstreckenakkumulierungseinrichtung zum Akkumulieren der Fahrstrecke des Fahrzeugs auf, an dem die Verbrennungskraftmaschine befestigt ist, und urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn die akkumulierte Fahrzeugfahrstrecke einen vorbestimmten Wert erreicht. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform kann die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen einfach ohne direkte Messung aus dem akkumulierten Wert einer Fahrzeugfahrstrecke bestimmt werden.

Vorzugsweise weist die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung eine Ansaugluftmengenakkumulierungseinrichtung zum Erfassen und Akkumulieren der Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine auf, und urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn die akkumulierte Ansaugluftmenge einen vorbestimmten Wert erreicht. In diesem Fall kann die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf einfache Weise ohne direkte Messung aus dem akkumulierten Wert der Ansaugluftmenge bestimmt werden.

Vorzugsweise verbrennt die Katalysatorerwärmungseinrichtung Kraftstoff in der Nähe der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, indem die Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine so geändert wird, daß Kraftstoff und Luft in das Auspuffgas zugeführt werden, wodurch die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch Erhöhen der Auspuffgastemperatur erwärmt wird. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform können die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in zufriedenstellender Weise entfernt werden, um die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit des Abgasreinigungskatalysators wieder herzustellen.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung zum Regeln des Luftkraftstoffverhältnisses einer Mischung auf, die der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird, und die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung regelt das Luftkraftstoffverhältnis in einen Teil der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine auf einen Wert, der geringer ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, um einen Fettverbrennungsbetrieb in dem Teil der Zylinder durchzuführen, und regelt das Luftkraftstoffverhältnis in den übrigen Zylindern auf einen Wert, der höher ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, um einen Magerverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern durchzuführen, wodurch Kraftstoff und Luft in das Auspuffgas eingeleitet werden. In diesem Fall können Kohlenwasserstoff und Sauerstoff auf einfache Weise dem Abgasreinigungskatalysator zugeführt werden, und die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen können in zufriedenstellender Weise entfernt werden, ohne separat eine Einrichtung zum Zuführen von Kraftstoff und Luft an der Außenseite des Abgasreinigungskatalysators zu installieren.

Vorzugsweise macht die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis aller Zylinder der Verbrennungskraftmaschine im wesentlichen gleich zum theoretischen Luftkraft-

stoffverhältnis, wenn die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung erwärmt ist. In diesem Fall kann die Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung ohne Ansteigen von Verunreinigungen im Auspuffgas erhöht werden.

Vorzugsweise weist die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, und regelt das Luftkraftstoffverhältnis so, daß die Temperatur der Katalysatoreinrichtung bei einer vorbestimmten Temperatur gehalten wird, nachdem die erfaßte Temperatur der Katalysatoreinrichtung bis zur vorbestimmten Temperatur angestiegen ist. In diesem Fall kann die minimale Luftkraftstoffverhältniskorrektur durchgeführt werden, die notwendig ist, um die Temperatur der Katalysatoreinrichtung zu halten, so daß die Verschlechterung in der Motorbetriebsbedingung, die von der Luftkraftstoffverhältnisregelung verursacht wird, verhindert werden kann.

Vorzugsweise macht die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis aller Zylinder der Verbrennungskraftmaschine im wesentlichen gleich zum theoretischen Luftkraftstoffverhältnis, bevor die erfaßte Temperatur der Katalysatoreinrichtung die vorbestimmte Temperatur erreicht, und korrigiert das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis zur Seite, die fetter ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, nachdem die vorbestimmte Temperatur erreicht worden ist. In diesem Fall reagieren das Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoff, die in großen Mengen im Auspuffgas enthalten sind, mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in zufriedenstellender Weise entfernt werden. Stickstoffoxide können auch durch Kohlenwasserstoff desoxidiert und entfernt werden.

Vorzugsweise ist die Verbrennungskraftmaschine ein V-Motor, und der Teil der Zylinder befinden sich auf einer Reihenseite des V-Motors, während sich die übrigen Zylinder auf der anderen Reihe befinden. In diesem Fall arbeitet der Motor im Fettverbrennungs- und Magerverbrennungszustand in einer ausgeglichenen Weise, so daß die Ausgabe des Motors stabilisiert werden kann.

Vorzugsweise weist die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung eine Zündzeitpunktregelungseinrichtung zum Regeln des Zündzeitpunkts der Verbrennungskraftmaschine auf, und die Zündzeitpunktregelungseinrichtung verzögert den Zündzeitpunkt des Teils der Zylinder, in denen der Fettverbrennungsbetrieb durchgeführt wird, und stellt den Zündzeitpunkt in den übrigen Zylindern vor, in denen der Magerverbrennungsbetrieb ausgeführt wird. In diesem Fall kann sowohl der Zündzeitpunkt in den Zylindern, in denen der Fettverbrennungsbetrieb ausgeführt wird, als auch der Zündzeitpunkt in den Zylindern, in denen der Magerverbrennungsbetrieb ausgeführt wird, ordnungsgemäß geregelt werden, so daß das Absinken der Motorleistung, die von der Luftkraftstoffverhältnisregelung verursacht wird, verhindert werden kann.

Vorzugsweise weist die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung eine Ansaugluftmengenregulierungseinrichtung auf, und die Ansaugluftmengenregulierungseinrichtung erhöht die Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine, wenn der Fettverbrennungsbetrieb in dem Teil der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine ausgeführt wird, und der Magerverbren-

nungsbetrieb wird in den übrigen Zylindern ausgeführt. In diesem Fall kann das Absinken der Motorleistung, die von der Luftkraftstoffverhältnisregelung verursacht wird, verhindert werden.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung eine Feststellkupplung auf, die zwischen der Verbrennungskraftmaschine und einem automatischen Getriebe angeordnet ist, und eine Kupplungssteuerungseinrichtung zum Wechseln der Feststellkupplung zwischen einem Verbindungszustand, in welchem der Motor direkt mit dem automatischen Getriebe verbunden ist, und einem entkoppelten Zustand, in welchem der Motor nicht direkt mit dem automatischen Getriebe verbunden ist, und die Kupplungssteuerungseinrichtung entkoppelt die Feststellkupplung während der Zeit, wenn die Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch die Katalysatorerwärmungseinrichtung angehoben wird. In diesem Fall kann die Feststellkupplung des automatischen Getriebes zur Zeit der Luftkraftstoffregelung entkoppelt werden, so daß die Veränderung der Motorleistung nicht auf die Antriebsräder des Fahrzeugs übertragen wird, wodurch eine Verschlechterung im Fahrgefühl verhindert werden kann.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung ferner eine Betriebsbedingungserfassungseinrichtung zum Erfassen der Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine auf, und die Katalysatorerwärmungseinrichtung erwärmt die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, wenn die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine in einer vorbestimmten mittleren oder Schwerlast-Betriebsbedingung ist. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform kann, wenn die Betriebsbedingung des Motors instabil ist, die Verschlechterung in der Motorbetriebsbedingung verhindert werden, indem die Zuführung von Kraftstoff und Luft zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung gehemmt wird.

Vorzugsweise weist die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung eine Abgastemperaturschätzeinrichtung zum Schätzen einer Abgastemperatur der Verbrennungskraftmaschine, und die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist, wenn die geschätzte Abgastemperatur nicht niedriger ist als eine vorbestimmte Temperatur. In diesem Fall kann, wenn die Abgastemperatur niedriger ist, die Verschlechterung in der Motorbetriebsbedingung verhindert werden, indem die Zuführung von Kraftstoff und Luft zum Abgasreinigungskatalysator gehemmt wird.

Vorzugsweise weist die Abgastemperaturschätzeinrichtung eine Lasterfassungseinrichtung zum Erfassen der Last der Verbrennungskraftmaschine auf, und eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen der Umdrehungsgeschwindigkeit der Verbrennungskraftmaschine, und die Abgastemperaturschätzeinrichtung schätzt die Abgastemperatur auf der Basis der erfaßten Motorlast und der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit. In diesem Fall kann ordnungsgemäß bestimmt werden, daß der Motor nicht in der Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist, und es kann eine unnötige Zuführung von Kraftstoff und Luft zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung verhindert werden, wodurch die Verschlechterung in der Betriebsbedingung verhindert wird.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung eine Zeitmesseinrichtung zum akkumulativen Messen einer Zeitdauer auf, die während der Zeit verstrichen ist,

wenn die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist, und die Katalysatorerwärmungseinrichtung erwärmt die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, bis die gemessene verstrichene Zeitdauer eine vorbestimmte Zeit erreicht. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform kann die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in ausreichender Weise in dem Hochtemperaturzustand gehalten werden, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf eine im wesentlichen perfekte Weise entfernt werden können.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, und die Zeitmesseinrichtung mißt akkumulativ die verstrichene Zeitdauer, wenn die erfaßte Temperatur der Katalysatoreinrichtung nicht niedriger ist als eine vorbestimmte Temperatur. In diesem Fall kann die Messung der verstrichenen Zeitdauer während der Zeit gehemmt werden, wenn die Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung sich nicht ausreichend erhöht hat, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zuverlässig entfernt werden können.

Vorzugsweise startet die Zeitmesseinrichtung die akkumulative Messung der verstrichenen Zeitdauer von dem Moment an, wenn eine vorbestimmte Verzögerungszeit verstrichen ist, nachdem die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist. In diesem Fall kann die Messung der verstrichenen Zeitdauer während der Zeit gehemmt werden, wenn die Temperatur instabil ist, wie gerade nach dem Start des Temperaturanstiegs des Abgasreinigungskatalysators, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zuverlässig entfernt werden können.

Vorzugsweise weist die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung eine Speichereinrichtung zum Speichern der geschätzten Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf, solange die Speichereinrichtung mit einer Leistungsquelle verbunden ist und Leistung von der Leistungsquelle zugeführt wird, und die Katalysatorerwärmungseinrichtung erwärmt die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung unabhängig von der geschätzten Adsorptionsmenge, wenn die Zuführung an Leistung von der Leistungsquelle zur Speichereinrichtung erneut gestartet wird, nachdem keine Leistung von der Leistungsquelle der Speichereinrichtung zugeführt wird. In diesem Fall kann die Verringerung in der Reinigungsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung sogar dann verhindert werden, wenn es eine Möglichkeit gibt, daß die geschätzte Anhaftmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen nicht genau die tatsächliche Anhaftmenge repräsentiert. Vorzugsweise erhöht die Katalysatorerwärmungseinrichtung die Auspuffgastemperatur durch Verändern des Verbrennungszustandes der Verbrennungskraftmaschine. In diesem Fall können die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung entfernt werden, ohne daß eine spezielle Katalysatorerwärmungseinrichtung, wie eine elektrische Heizeinrichtung, verwendet wird.

Vorzugsweise weist die Erwärmungseinrichtung eine Zündzeitpunktkorrektureinrichtung zum Korrigieren des Zündzeitpunktes der Verbrennungskraftmaschine

auf, und die Zündzeitpunktkorrektureinrichtung ändert den Verbrennungszustand der Verbrennungskraftmaschine durch Verzögern des Zündzeitpunktes der Verbrennungskraftmaschine. In diesem Fall erhöht das Verzögern des Zündzeitpunktes die Auspuffgastemperatur, so daß die Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung erhöht werden kann.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Ansaugluftmengenkorrekturereinrichtung zum Korrigieren der Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine auf, und die Ansaugluftmengenkorrekturereinrichtung erhöht die Ansaugluftmenge während der Zeit, wenn die Zündzeitpunktkorrekturereinrichtung den Zündzeitpunkt verzögert. In diesem Fall kann das Abfallen der Motorleistung, die durch das Verzögern des Zündzeitpunktes verursacht wird, verhindert werden.

Vorzugsweise weist die Motorregelungseinrichtung eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen der Umdrehungsgeschwindigkeit der Verbrennungskraftmaschine auf, und eine volumetrische Wirkungsgraderfassungseinrichtung zum Erfassen des volumetrischen Wirkungsgrads der Verbrennungskraftmaschine, und die Zündzeitpunktkorrekturereinrichtung stellt das Verzögerungsmaß des Zündzeitpunktes auf der Basis der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit und des erfaßten volumetrischen Wirkungsgrads ein. In diesem Fall kann das Verzögerungsmaß des Zündzeitpunktes ordnungsgemäß eingestellt werden, und die Verschlechterung in der Motorbetriebsbedingung, die vom verzögerten Zündzeitpunkt verursacht wird, kann verhindert werden.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, und eine Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung zum Regeln der Verbrennungskraftmaschine, so daß der Motor im Fettverbrennungsbetriebszustand arbeitet, wenn die erfaßte Temperatur der Katalysatoreinrichtung eine vorbestimmte Temperatur erreicht. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform ermöglicht die Ausführung des Fettverbrennungsbetriebs, daß unverbrannter Kohlenwasserstoff in großen Mengen im Auspuffgas enthalten ist, so daß der unverbrannte Kohlenwasserstoff mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen bei einer hohen Temperatur reagiert, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf zufriedenstellende Weise vom Abgasreinigungskatalysator entfernt werden können.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Luftkraftstoffregelungseinrichtung zum Regeln der Verbrennungskraftmaschine auf, so daß der Motor im Fettverbrennungszustand betrieben wird, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung urteilt, daß die Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und eine Sekundärluftzufuhreinrichtung zum Zuführen von Sekundärluft zur stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in der Auspuffleitung, wenn die Verbrennungskraftmaschine derart geregelt wird, daß der Motor im Fettverbrennungszustand betrieben wird. In diesem Fall ist unverbrannter Kohlenwasserstoff in großen Mengen im Auspuffgas enthalten, und der unverbrannte Kohlenwasserstoff wird in der Auspuffleitung bei Vorhandensein von Sauerstoff in der Sekundärluft verbrannt, wodurch die Temperatur der

Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung erhöht werden kann.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, und die Sekundärluftzufuhreinrichtung verringert die Zufuhrmenge an Sekundärluft, wenn die erfaßte Temperatur der Katalysatoreinrichtung eine vorbestimmte Temperatur erreicht. In diesem Fall kann nur die Verbrennung, die zum Halten der Katalysatortemperatur erforderlich ist, ausgeführt werden, nachdem die Katalysatortemperatur die vorbestimmte Temperatur erreicht hat, und der übrige unverbrannte Kohlenwasserstoff kann mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen bei einer hohen Temperatur reagieren, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu entfernen.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen der Umdrehungsgeschwindigkeit der Verbrennungskraftmaschine auf, und eine volumetrische Wirkungsgraderfassungseinrichtung zum Erfassen des volumetrischen Wirkungsgrads der Verbrennungskraftmaschine, und die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung stellt das Luftkraftstoffverhältnis während des Fettverbrennungsbetriebs der Verbrennungskraftmaschine auf der Basis der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit und des erfaßten volumetrischen Wirkungsgrads ein. In diesem Fall kann das Luftkraftstoffverhältnis im Fettverbrennungsbetrieb ordnungsgemäß eingestellt werden, so daß die Verschlechterung in der Motorbetriebsbedingung verhindert werden kann.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung zum Erfassen der Umdrehungsgeschwindigkeit der Verbrennungskraftmaschine auf, und eine volumetrische Wirkungsgraderfassungseinrichtung zum Erfassen des volumetrischen Wirkungsgrads der Verbrennungskraftmaschine, und die Sekundärluftzufuhreinrichtung stellt die Zufuhrmenge an Sekundärluft auf der Basis der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit und des erfaßten volumetrischen Wirkungsgrads ein. In diesem Fall kann die Zufuhrmenge an Sekundärluft ordnungsgemäß eingestellt werden, so daß Sekundärluft, die Sauerstoff in einer Menge enthält, die geeignet ist für die Menge an unverbranntem Kohlenwasserstoff, der Auspuffleitung zugeführt werden kann.

Vorzugsweise erhöht die Katalysatorerwärmungseinrichtung die Auspuffgastemperatur durch Verändern der Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases. In diesem Fall können die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen genauso in zufriedenstellender Weise verbrannt und aus dem Abgasreinigungskatalysator entfernt werden.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung ein Abgasdrosselventil zum Ändern der Auspuffleitungsfläche auf, das auf der stromabwärtsliegenden Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in der Auspuffleitung installiert ist, und die Katalysatorerwärmungseinrichtung ändert die Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases durch ein derartiges Steuern des Abgasdrosselventils, daß die Auspuffleitungsfläche verringert wird. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform verringert die Verringerung der Leitungsfläche die Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases, um das Auspuffgas in der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung zurückzuhalten, wodurch

die Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch die Wärme des Auspuffgases erhöht werden kann.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, und eine Kraftstoffzufuhreinrichtung zum Zuführen von Kraftstoff zur stromaufwärtsliegenden Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in der Auspuffleitung, wenn die erfaßte Katalysatortemperatur eine vorbestimmte Temperatur erreicht. In diesem Fall wird Kohlenwasserstoff zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung zugeführt, damit dieser Kohlenwasserstoff mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen reagieren kann, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen entfernt werden können.

Vorzugsweise weist die Motorregelungsvorrichtung ferner eine Auspuffleitungslängenänderungseinrichtung zum Ändern der Auspuffleitungslänge von der Auspufföffnung der Verbrennungskraftmaschine zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, so daß die Auspuffleitungslängenänderungseinrichtung derart gesteuert wird, daß, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung urteilt, daß die Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, die Auspuffleitungslänge kürzer ist als die Länge, bevor geurteilt wird, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wodurch die Temperatur des Auspuffgases erhöht wird, das der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung zugeführt wird. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform wird Auspuffgas mit einer höheren Temperatur zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung zugeführt, um die Temperatur der Katalysatoreinrichtung zu erhöhen, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen verbrannt und entfernt werden.

Vorzugsweise ist die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in der Nähe des Körpers der Verbrennungskraftmaschine angeordnet. In diesem Fall kann die vom Körper abgegebene Wärme der Verbrennungskraftmaschine in wirksamer Weise genutzt werden, um den Temperaturanstieg des Abgasreinigungskatalysators zu unterstützen.

Vorzugsweise weist die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, und eine Kraftstoffzufuhreinrichtung zum Zuführen von Kraftstoff zur stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in der Auspuffleitung, wenn die erfaßte Katalysatortemperatur eine vorbestimmte Temperatur erreicht. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform wird Kohlenwasserstoff zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung zugeführt, damit dieser Kohlenwasserstoff mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen bei einer hohen Temperatur reagieren kann, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zuverlässig entfernt werden können, ohne daß sie an der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung wieder anhaften würden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung weist die Motorregelungseinrichtung einen Brenner zum Erwärmen der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung auf, der in der Nähe der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung angeordnet ist; eine Adsorptionsmengenschätzeinrichtung zum Schätzen der Adsorptionsmenge

der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung verringert, die von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbiert wird, und zum Bestimmen, ob die geschätzte Adsorptionsmenge eine vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und eine Katalysatorerwärmungseinrichtung zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch Aktivieren des Brenners, wenn die Adsorptionsmengenschätzereinrichtung urteilt, daß die Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat. Gemäß dieser Regelungsvorrichtung wird die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung direkt durch die Flamme des Brenners erhitzt, um die Katalysatortemperatur zuverlässig und schnell zu erhöhen, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen entfernt werden können.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine zum Reduzieren der Emission von Stickstoffoxiden in die Atmosphäre vorgesehen, indem veranlaßt wird, daß Stickstoffoxide, die dem von der Verbrennungskraftmaschine abgegebenen Auspuffgas enthalten sind, durch eine Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbiert wird, die in der Auspuffleitung der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, wenn der Motor in einem Magerverbrennungszustand ist, wo ein Luftkraftstoffverhältnis einer Luftkraftstoffmischung, die dem Motor zugeführt wird, magerer ist als ein theoretisches Luftkraftstoffverhältnis, und indem die adsorbierten Stickstoffoxide mittels der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung desoxidiert werden, wenn die Verbrennungskraftmaschine in einem Fettverbrennungszustand ist, wo das Luftkraftstoffverhältnis gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis.

Dieses Motorregelungsverfahren umfaßt die Schritte (a) Schätzen der von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbierten Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung verringert, und Bestimmen, ob die geschätzte Adsorptionsmenge eine vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und (b) Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch Erhöhen der Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung durch Verändern der Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine derart, daß die Auspuffgastemperatur ansteigt, wenn in Schritt (a) geurteilt wird, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat.

Gemäß diesem Motorregelungsverfahren werden die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die an der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung anhaften, entfernt während der Motor in Betrieb ist, wodurch die Reinigungsfunktion der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung wiederhergestellt werden kann.

Wie die oben beschriebene Motorregelungsvorrichtung hat dieses Motorregelungsverfahren verschiedene bevorzugte Ausführungsformen, welche die gleichen Auswirkungen erreichen wie diejenigen der bevorzugten Ausführungsformen der oben beschriebenen Motorregelungsvorrichtung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Motorrege-

lungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, die zusammen mit einem Motor gezeigt ist, der von der Regelungsvorrichtung geregelt wird;

Fig. 2 ein Flußdiagramm für eine Wiederauffrischungsregelungsroutine, die von der elektronischen Regelungseinheit ausgeführt wird;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Zylinderanordnung eines Sechszylinder-V-Motors der in Fig. 1 gezeigt ist;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Zylinderanordnung eines Sechszylinder-Reihenmotors, bei dem eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer Modifikation der ersten Ausführungsform angewendet wird;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Motorregelungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, ähnlich zu Fig. 1;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Triebwerks für ein Fahrzeug, an dem der in Fig. 5 gezeigte Motor befestigt ist;

Fig. 7 ein Flußdiagramm eines Teils einer Wiederauffrischungsregelungsroutine, die von der in Fig. 5 gezeigten elektronischen Regelungseinheit ausgeführt wird;

Fig. 8 ein Flußdiagramm des übrigen Teils der Wiederauffrischungsregelungsroutine, der Fig. 7 folgt;

Fig. 9 ein Flußdiagramm eines Hauptteils der Wiederauffrischungssteueroutine gemäß einer Modifikation der zweiten Ausführungsform;

Fig. 10 ein Flußdiagramm eines Hauptteils der Wiederauffrischungssteueroutine gemäß einer weiteren Modifikation der zweiten Ausführungsform;

Fig. 11 ein Flußdiagramm eines Hauptteils der Wiederauffrischungssteueroutine gemäß einer weiteren Modifikation der zweiten Ausführungsform;

Fig. 12 ein Flußdiagramm eines Teils einer Wiederauffrischungssteueroutine, die von einer elektronischen Steuerungseinheit einer Motorregelungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 13 ein Flußdiagramm des übrigen Teils der Wiederauffrischungssteueroutine, der Fig. 12 folgt;

Fig. 14 eine schematische Darstellung einer Motorregelungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung, die zusammen mit Peripherieelementen gezeigt ist;

Fig. 15 ein Flußdiagramm von Betätigungsschritten für den Temperaturerhöhungszustand und von Betätigungsschritten für den Wiederauffrischungszustand einer Wiederauffrischungssteueroutine, die von der in Fig. 14 gezeigten elektronischen Steuerungseinheit ausgeführt wird;

Fig. 16 eine fragmentarische schematische Darstellung eines Hauptteils der Motorregelungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 17 ein Flußdiagramm von Betätigungsschritten des Temperaturerhöhungszustandes und von Betätigungsschritten des Wiederauffrischungszustandes der Wiederauffrischungssteueroutine, die von der Motorregelungsvorrichtung der fünften Ausführungsform der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 18 eine fragmentarische schematische Darstellung eines Hauptteils der Motorregelungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 19 ein Flußdiagramm von Betätigungsschritten des Temperaturerhöhungszustandes und von Betätigungsschritten des Wiederauffrischungszustandes einer Wiederauffrischungssteueroutine, die von der Motorregelungseinrichtung der sechsten Ausführungsform

der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 20 eine schematische Darstellung einer Motorregelungsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der Erfindung, die zusammen mit Peripherieelementen gezeigt ist;

Fig. 21 ein Flußdiagramm eines Teils einer Wiederauffrischungssteuerroutine, die von der in Fig. 20 gezeigten elektronischen Steuerungseinheit ausgeführt wird; und

Fig. 22 ein Flußdiagramm des übrigen Teils der Wiederauffrischungssteuerroutine, der Fig. 20 folgt.

Es wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 den Körper eines Automotors (im folgenden als Motor bezeichnet), der unter der Steuerung einer Motorregelungsvorrichtung betrieben wird, die später beschrieben wird. Der Motor, der beispielsweise ein Sechszylinder-V-Benzinmotor ist (Fig. 3), der eine erste Reihenanordnung und eine zweite Reihenanordnung 1a und 1b aufweist, die jeweils aus drei Zylindern bestehen, weist Verbrennungskammern auf, ein Ansaugsystem, ein Zündsystem und ähnliches, die derart ausgebildet sind, daß sie einem Magerverbrennungsantrieb gewachsen sind.

Der Motor 1 weist Ansaugöffnungen 2a und 2b für die entsprechenden Zylinder auf, die mit einem Ansaugkrümmer 4 verbunden sind, in dem Kraftstoffeinspritzventile 3a und 3b für die entsprechenden Zylinder vorgesehen sind. Eine Ansaugleitung 9, die mit dem Ansaugkrümmer verbunden ist, ist mit einem Luftreiniger 5 versehen, einem Drosselventil 7 und ähnlichem. Ein Ventil 8 für die Leerlaufmotorgeschwindigkeitsregelung (ISC) ist mit einer Bypassleitung versehen, welche das Drosselventil 7 umgeht, um den Leerlaufbetrieb des Motors 1 zu stabilisieren.

Auspuffkrümmer 11a und 11b sind mit Abgasöffnungen 10a bzw. 10b des Motors 1 verbunden. Ferner ist ein (nicht dargestellter) Schalldämpfer mit den Auspuffkrümmern 11a und 11b über eine Auspuffleitung 14 und einer Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung 13 verbunden.

Die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung 13 hat einen NOx-Katalysator 13a und einen Dreiweg-Katalysatorumwandler 13b, der auf der stromabwärts gelegenen Seite des NOx-Katalysators 13a angeordnet ist. Der NOx-Katalysator 13a enthält als katalytische Substanz Pt (Platin) und Alkaliedlermetalle wie beispielsweise Lanthan und Cer, und hat die Funktion, NOx in der oxidierenden Atmosphäre zu adsorbieren und NOx in N₂ (Stickstoff) und ähnliches in der reduzierenden Atmosphäre zu desoxidieren, die HC enthält. Der Dreiweg-Katalysatorumwandler 13b hat die Funktion, HC und CO (Kohlenmonoxid) zu oxidieren und NOx zu desoxidieren. Die NOx-Desoxidationsfähigkeit wird im oder nahe dem theoretischen (stöchiometrischen) Luftkraftstoffverhältnis maximal.

Der Motor 1 ist ferner mit Zündkerzen 16a und 16b versehen, um eine Mischung aus Luft und Kraftstoff zu zünden, die von den Ansaugöffnungen 2a und 2b den Verbrennungskammern 15a und 15b zugeführt wird.

Die Motorregelungsvorrichtung weist eine elektronische Steuerungseinheit (ECU) 23 als Hauptbestandteil auf. Die ECU 23 weist eine Eingabe/Ausgabeeinrichtung auf, Speichereinrichtungen (ROM, RAM, nichtflüchtiges RAM, etc.) die zahlreiche Regelungsprogramme enthalten, eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), einen Zeitgeber, der als Zeitmesseinrichtung dient, und ähnliches (von denen keine in der Zeichnung dargestellt

ist). Verschiedene in Fig. 1 gezeigte Sensoren sind mit der Eingangsseite der ECU 23 verbunden.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 6 einen Luftstromsensor, der an der Ansaugleitung 9 angeordnet ist, um die Ansaugluftmenge A_f zu erfassen. Ein Karman-Wirbelluftstromsensor oder ähnliches wird als Luftstromsensor 6 in angemessener Weise verwendet. Ferner bezeichnet das Bezugszeichen 12 einen Luftkraftstoffverhältnissensor (linearer Luftkraftstoffverhältnissensor etc.), der an der Auspuffleitung 14 angeordnet ist, um das Luftkraftstoffverhältnis zu erfassen; 18 bezeichnet einen Kurbelwinkelsensor, der eine Kodiereinrichtung aufweist, die mit der Nockenwelle des Motors 1 verbunden ist und ein Kurbelwinkelsynchronisationssignal θ_{CR} erzeugt; und 19 bezeichnet einen Drosselsensor zum Erfassen der Öffnung θ_{TH} des Drosselventils 7. Ferner bezeichnet das Bezugszeichen 20 einen Wassertemperatursensor zum Erfassen der Motorkühltemperatur T_w ; 21 bezeichnet einen Luftdrucksensor zum Erfassen des Atmosphärendrucks P_a ; und 22 bezeichnet einen Ansauglufttemperatursensor zum Erfassen der Ansauglufttemperatur T_a . Das Bezugszeichen 25 bezeichnet eine Streckenaufzeichnungsvorrichtung, die an einem Fahrzeug vorgesehen ist, an dem der Motor 1 angebracht ist. Die Streckenaufzeichnungseinrichtung 25 erfaßt die Fahrstrecke des Fahrzeugs auf der Basis des Fahrzeuggeschwindigkeitssimpulses, der von einem (nicht gezeigten) Radgeschwindigkeitssensor oder ähnlichem gesendet wird. Das Bezugszeichen 26 bezeichnet einen Katalysatortemperatursensor (Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung), die fähig ist, die NOx-Katalysatortemperatur bis zu einem hohen Temperaturbereich zu erfassen, und der gerade an der stromaufwärts gelegenen Seite des NOx-Katalysators 13a befestigt ist.

Die Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e wird von der ECU 23 gemäß dem Zeitintervall zwischen den Kurbelwinkelsynchronisationssignalen θ_{CR} , die vom Kurbelwinkelsensor 18 geliefert werden, berechnet. Die Motorlast L_e wird beispielsweise nach der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e oder der Drosselöffnung θ_{TH} berechnet, die vom Drosselsensor 19 erfaßt wird. Der volumetrische Wirkungsgrad η_v wird von der ECU 23 auf der Basis der vom Luftstromsensor 6 erfaßten Luftstromrate A_f und der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e berechnet. Die ECU 23 funktioniert daher als Motorumdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung, Motorlastfassungseinrichtung und Erfassungseinrichtung für den volumetrischen Wirkungsgrad in Zusammenarbeit mit den Sensoren 6, 18 und 19. Die ECU 23 funktioniert auch in Zusammenarbeit mit dem Katalysatortemperatursensor 26 als Abgastemperaturschätzeinrichtung zum Schätzen der Temperatur des Auspuffgases vom Motor 1.

Die ECU 23 berechnet die optimalen Werte der Kraftstoffeinspritzmenge, des Zündzeitpunkts und ähnliches, die auf Informationsteilen basieren, die von den verschiedenen Sensoren erfaßt werden. Die ECU 23 steuert die Kraftstoffeinspritzventile 3a und 3b und eine Zündeinheit 24, die mit der Ausgangsseite der ECU 23 verbunden ist, gemäß den Ergebnissen der Berechnung. Die Kraftstoffeinspritzventile 3a und 3b sind derart vorgesehen, daß sie während der Zeit geöffnet sind, wenn ein impulsförmiges Stromsignal von der ECU 23 geliefert wird, und derart, daß die Kraftstoffeinspritzmenge gemäß der Impulsbreite des Stromsignals verändert wird. Die Zündeinheit 24 gibt eine hohe Spannung zu einer Zündkerze 16 des entsprechenden Zylinders gemäß dem Befehl von der ECU 23 aus. Die ECU 23

reguliert die Öffnung des ISC-Ventils 8 gemäß der Änderung der Motorlast L_e , die durch den Betrieb einer (nicht gezeigten) Klimaanlage oder ähnliches während des Leerlaufbetriebs bewirkt wird, und optimiert die Menge der Ansaugluft zum Motor 1, wodurch eine Veränderung in der Leerlaufumdrehungsgeschwindigkeit verhindert wird, die von der Änderung der Motorlast L_e verursacht wird.

Die Motorregelungsvorrichtung hat eine Funktion dahingehend, daß sie die Verringerung der Reinigungsfähigkeit des NOx-Katalysators 13a verhindert, die durch das Anhaften von anderen Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen (beispielsweise Schwefel oder dessen Verbindungen) als NOx am Katalysator 13a verursacht wird. Im einzelnen wird, wenn die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, einen vorbestimmten Wert erreicht, eine Wiederauffrischungstätigkeit durchgeführt, bei welcher der NOx-Katalysator 13a auf eine hohe Temperatur erwärmt wird, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Adsorption von NOx im Katalysator 13a verhindern (hider), verbrannt und entfernt werden. Hierdurch wird die NOx-Adsorptionsfähigkeit des Katalysators 13a wieder hergestellt.

Bei der Wiederauffrischungsbetätigung dieser Ausführungsform wird die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf der Basis der Fahrzeugfahrstrecke geschätzt. Auch wird in einigen Zylindern (allgemeiner: einem Teil oder wenigstens einem der Zylinder) des Motors 1 eine Magerverbrennung durchgeführt, und eine Fettverbrennung wird in den übrigen Zylindern ausgeführt, wodurch die von einigen Zylindern abgegebene Luft und der von den übrigen Zylindern abgegebene unverbrannte Kohlenwasserstoff dem NOx-Katalysator 13a zugeführt werden, um den NOx-Katalysator 13a zu erwärmen.

In Verbindung mit der Wiederauffrischungsbetätigung funktioniert die ECU 23 in Zusammenarbeit mit der Streckenaufzeichnungseinrichtung 25 als Adsorptionsmengenschätzereinrichtung, und ebenso in Zusammenarbeit mit den Kraftstoffeinspritzventilen 3a und 3b als Katalysatorerwärmungseinrichtung zum Durchführen der Luftkraftstoffverhältnisregelung und umgekehrt zum Erwärmen des NOx-Katalysators 13a, um die Wiederauffrischungsbetätigung auszuführen. Während der Wiederauffrischungsbetätigung wird das Öffnen des ISC-Ventils 8 reguliert, um das Abfallen der Motorabgabe zu kompensieren, die durch die Korrektur des Luftkraftstoffverhältnisses verursacht wird.

Als nächstes wird der Betrieb der in der oben beschriebenen Weise ausgestalteten Motorregelungsvorrichtung unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

Wird der Motor 1 gestartet, wird die in Fig. 2 gezeigte Wiederauffrischungsteueroutine gestartet. Diese Steueroutine wird von der ECU 23 in vorbestimmten Zyklen ausgeführt.

Im ersten Ausführungszyklus der Steueroutine, in Schritt S10, wird bestimmt, ob der Wert des Merkers f (F) "1" ist, wodurch angegeben wird, daß die Schätzung der Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, vollständig ausgeführt ist. Sofort nach dem Start des Motors wird der Merker f (F) auf 0 zurückgesetzt, so daß das Beurteilungsergebnis in Schritt S10 Nein ist.

In diesem Fall geht die Steuerung zu Schritt S11 weiter, wo eine Fahrstrecke D vom Abschluß des vorhergehenden Wiederauffrischungsbetriebs an von der ECU

23 berechnet wird, die als Adsorptionsmengenschätzereinrichtung arbeitet, wobei dies auf der Basis der Fahrstreckendaten (der integrierte Wert des Fahrzeuggeschwindigkeitsimpulses) von der Streckenaufzeichnungseinrichtung 25 durchgeführt wird. Die berechnete Fahrstrecke D wird in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert. Da die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, ungefähr proportional zur Fahrstrecke D ist, repräsentiert die Fahrstrecke D die Anhaftmenge in ordnungsgemäßer Weise.

Im Fall, wo die ECU 23 keine Batteriesicherungsfunktion hat, wird, wenn eine Batterie, eine Stromquelle zum Betrieb der ECU 23, unterbrochen wird, der Wert der Fahrstrecke D, der in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert ist, jedoch auf 0 zurückgesetzt. Daher repräsentiert die in Schritt S11 gelesene Fahrstrecke D sofort nach dem Wiederanschluß der Batterie nicht die tatsächliche Fahrstrecke oder die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, so daß die Schätzung der Anhaftmenge in Schritt S11 ungenau ist. Um dieses Problem zu lösen, ist der später beschriebene Schritt S13 vorgesehen. Im Fall, wo die ECU 23 eine Batteriesicherungsfunktion hat und die Motorregelungsvorrichtung derart ausgebildet ist, daß die Fahrstrecke sicher gespeichert wird, auch wenn die Batterie abgeklemmt ist, ist daher Schritt S14 unnötig.

In Schritt S12 wird bestimmt, ob die in Schritt S10 gelesene Fahrstrecke D größer ist als ein vorbestimmter Wert D_1 , wodurch bestimmt wird, ob die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen eine vorbestimmte Menge (erlaubte Anhaftmenge) erreicht haben. Der vorbestimmte Wert D_1 wird im voraus auf den Wert eingestellt, welcher der erlaubten Anhaftmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen entspricht, vorzugsweise dem Wert (beispielsweise 1000 km), der dem Wert entspricht, der durch das NOx-Emissionsgesetz geregelt wird, wobei dies auf der Basis von Experimenten oder ähnlichem erfolgt, und der in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert ist.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S12 Nein, d. h. wenn die Fahrstrecke D nicht den vorbestimmten Wert D_1 erreicht, geht die Steuerung zu Schritt S14 weiter, wo bestimmt wird, ob die Fahrstrecke D, die in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert ist, 0 oder nahe 0 ist, wodurch bestimmt wird, ob die Batterie gerade wieder angeschlossen worden ist.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S14 Nein, d. h. wenn die Batterie nicht gerade wieder angeschlossen worden ist, wird geurteilt, daß die Schätzung der Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf der Basis der Fahrstrecke D in Schritt S10 ordnungsgemäß durchgeführt worden ist. Die Entscheidung in Schritt S12, daß die Fahrstrecke D noch nicht den vorbestimmten Wert D_1 erreicht, ist daher korrekt, und es kann geurteilt werden, daß die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen nicht die erlaubte Grenze erreicht. In diesem Fall ist die Wiederauffrischungsbetätigung unnötig, und die Wiederauffrischungsteueroutine endet.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S12 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanz die vorbestimmte Menge überschreitet, wird ein Merker f (F) auf "1" gesetzt, wodurch angegeben wird, daß die Schätzung der Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanz vollständig ausgeführt worden ist, und die Steuerung geht zu Schritt S16 weiter. Auch wenn das Beurteilungser-

gebnis in Schritt S12 Nein ist, geht die Steuerung, wenn das Beurteilungsergebnis in Schritt S14 Ja ist, zu Schritt S16 über den Schritt S13 weiter.

In Schritt S16 wird bestimmt, ob der Motor 1 in einem mittleren oder hohen Betriebsbereich (im folgenden als Wiederauffrischungsbetriebsbereich bezeichnet) betrieben wird, in welchem der Wiederauffrischungsbetrieb durchgeführt wird, wobei dies auf der Basis von Signalwerten von verschiedenen Sensoren erfolgt, welche die Betriebsbedingungserfassungsmittel darstellen.

Bei dieser Ausführungsform wird bestimmt, ob alle drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, die sich auf die Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e , den volumetrischen Wirkungsgrad η_v , der die Motorlast L_e repräsentiert, und die Kühltemperatur T_w beziehen, und durch die folgenden Ungleichungen (1), (2) und (3) repräsentiert werden.

$$N_{e1} \leq N_e \leq N_{e2} \quad (1)$$

$$\eta_{v1} \leq \eta_v \leq \eta_{v2} \quad (2)$$

$$T_{w1} \leq T_w \quad (3)$$

Bei diesen Ungleichungen sind N_{e1} und N_{e2} der niedrigere und obere Grenzwert des Motorumdrehungsgeschwindigkeitsbereiches, welcher dem Wiederauffrischungsbetriebsbereich entspricht, und η_{v1} und η_{v2} sind der niedrigere und obere Grenzwert des volumetrischen Wirkungsgradbereiches, welcher dem Wiederauffrischungsbetriebsbereich entspricht. Die Schwellwerte N_{e1} , N_{e2} , η_{v1} , und η_{v2} werden bei Werten voreingestellt, welche den Wiederauffrischungsbetriebsbereich definieren (vorzugsweise einen Motorbetriebsbereich, bei dem die Temperatur des Auspuffgases vom Motor 1 nicht niedriger ist als eine vorbestimmte Temperatur T_{EX} (beispielsweise 600°C)), beispielsweise bei 1500 U/min, 5000 U/min, 30% bzw. 80%. T_{w1} repräsentiert den unteren Grenzwert des Kühltemperaturbereichs, der für den Wiederauffrischungsbetrieb geeignet ist, der beispielsweise bei einer Temperatur von 50°C eingestellt wird, bei der der Aufwärmbetrieb als abgeschlossen betrachtet wird. Die Schwellwerte N_{e1} , N_{e2} , η_{v1} , η_{v2} und T_{w1} werden in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S16 Nein, d. h. ist einer der Werte N_e , η_v und T_w außerhalb des obigen Bereichs, endet die Ausführung der Wiederauffrischungssteueroutine in diesem Zyklus (im folgenden als "die Steuerung kehrt zu Schritt S10 zurück" bezeichnet). Solange eine der drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb nicht zutrifft, wird der Wiederauffrischungsbetrieb nicht durchgeführt.

Die Gründe hierfür sind die folgenden: Wird der Wiederauffrischungsbetrieb in einem Niedriglastbereich ausgeführt, bei welchem die Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e niedriger ist als der Schwellwert N_{e1} , oder ist der volumetrische Wirkungsgrad η_v geringer als der Schwellwert η_{v1} , oder wird der Wiederauffrischungsbetrieb bei einem kalten Motorzeitpunkt durchgeführt, bei welchem die Kühltemperatur T_w niedriger ist als der Schwellwert T_{w1} , wird die Motorausgabe instabil, was möglicherweise zu einer Verschlechterung des Fahrgefühls führt. In einem Schwerlastbereich, bei welchem die Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e höher ist als der Schwellwert N_{e2} , oder wo der volumetrische Wirkungsgrad η_v höher ist als der Schwellwert η_{v2} , ist die Auspuffgastemperatur hoch, so daß die Temperatur des NOx-Katalysators 13a auch hoch wird. Wird daher der Wiederauffrischungsbetrieb im Schwerlast-

bereich durchgeführt, wird der NOx-Katalysator 13a weiter erwärmt und könnte verbrennen.

Wird in Schritt S12 des ersten Steuerungsrouتينenausführungszyklus geurteilt, daß die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringierungssubstanzen die vorbestimmte Menge erreicht, wird die Steueroutine im vorbestimmten Zyklus ausgeführt. In diesem Fall wird in Schritt S10 im zweiten und dem folgenden Steuerungsrouتينenausführungszyklus geurteilt, daß $f(F) = 1$; daher geht die Steuerung zu Schritt S16 weiter. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S16 Nein, kehrt die Steuerung zu Schritt S10 zurück.

Ist danach das Beurteilungsergebnis in Schritt S16 Ja, d. h. wird geurteilt, daß alle Werte von N_e , η_v und T_w in dem Bereich sind, der durch die obigen Ungleichungen (1) bis (3) repräsentiert wird, und wird der Motor 1 im Wiederauffrischungsbetriebsbereich betrieben, geht die Steuerung zu Schritt S18 weiter, und der Wiederauffrischungsbetrieb (hier der Wiederauffrischungsbetrieb zum Erhöhen der Temperatur des NOx-Katalysators 13a) wird gestartet. Zur gleichen Zeit wird das akkumulative Zählen (Messen) der seit der Startzeit des Wiederauffrischungsbetriebs verstrichenen Zeitperiode (der Zeitpunkt, bei dem der Wiederauffrischungsbetrieb startet) mittels des Zeitzählers (Zeitmesseinrichtung) in der ECU 23 gestartet.

Es sollte beachtet werden, daß sogar dann, wenn die Fahrstrecke D nicht den vorbestimmten Wert D_1 erreicht, und wenn in Schritt S16 geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, nachdem in Schritt S14 geurteilt wird, daß die Batterie gerade wieder angeschlossen worden ist, der Wiederauffrischungsbetrieb gezwungenermaßen gestartet wird.

In Schritt S18 wird die Luftkraftstoffverhältniskorrekturregelung für jeden Zylinder ausgeführt. Bei der Luftkraftstoffkorrekturregelung wird die Ventilöffnungszeit der Kraftstoffeinspritzventile 3a und 3b für die jeweiligen Zylinder derart geregelt, daß eine Mischung aus einem Luftkraftstoffverhältnis, das derart ist, daß ein Magerverbrennungsbetrieb in einigen Zylindern (im folgenden Magerverbrennungszylinder genannt) des Motors 1 und ein Fettverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern (im folgenden Fettverbrennungszylinder genannt) durchgeführt wird, jedem Zylinder zugeführt wird. Im einzelnen wird ein Sollmagerluftkraftstoffverhältnis LAF für die Magerverbrennungszylinder und ein Sollfettluftkraftstoffverhältnis RAF für die Fettverbrennungszylinder aus den folgenden Gleichungen (4) und (5) berechnet.

$$LAF = AVAF + AVAF \times DAF/100 \quad (4)$$

$$RAF = AVAF + AVAF \times DAF/100 \quad (5)$$

wobei AVAF ein mittleres Sollluftkraftstoffverhältnis ist, welcher ein Mittelwert des mageren Luftkraftstoffverhältnisses LAF und des fetten Luftkraftstoffverhältnisses RAF ist, das üblicherweise auf einen Wert eingestellt wird, der nicht niedriger ist als beispielsweise 13,7. DAF ist ein Luftkraftstoffverhältniskorrekturbetrag (%). Dieser Luftkraftstoffverhältniskorrekturbetrag DAF wird auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e und des volumetrischen Wirkungsgrads η_v eingestellt, der zum Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs aus einem (nicht gezeigten) DAF- N_e - η_v -Funktionsdiagramm erfaßt wird, welches in der Speichereinrichtung in der ECU 23 voreingestellt ist.

Während der Luftkraftstoffkorrekturregelung wird

das tatsächliche Luftkraftstoffverhältnis von der ECU 23 auf der Basis des Ausgangssignals vom Luftkraftstoffverhältnissensor 12 immer überwacht. Stimmt das tatsächliche Luftkraftstoffverhältnis nicht mit dem durchschnittlichen Luftkraftstoffverhältnis AVAF überein, wird die Kraftstoffmenge, die zu den Magerverbrennungszylindern und/oder den Fettverbrennungszylindern geleitet wird, und die Luftmenge, die diesen Zylindern zugeführt wird, in geeigneter Weise derart korrigiert, daß die Differenz zwischen dem tatsächlichen Luftkraftstoffverhältnis und dem durchschnittlichen Luftkraftstoffverhältnis 0 wird.

Vorzugsweise wird für die Magerverbrennungszylinder das magere Luftkraftstoffverhältnis LAF erreicht, indem die Kraftstoffmenge verringert wird, während die Luftmenge konstant bleibt. Für die Fettverbrennungszylinder wird das fette Luftkraftstoffverhältnis RAF erreicht, indem die Luftmenge verringert wird, während die Kraftstoffmenge konstant bleibt. In diesem Fall sind (nicht gezeigte) Bypassleitungen, die sich zwischen entsprechenden Zylindern des Motors und der stromaufwärts gelegenen Seite des Drosselventils der Ansaugleitung 9 und (nicht gezeigten) Ventilen erstrecken, um die Strömungsrate von Luft zu regulieren, die durch die Bypassleitungen hindurchgeht, derart vorgesehen, daß die Ventilöffnung unter der Steuerung der ECU 23 reguliert wird, um die notwendige Luftmenge zu regeln.

Wird der Magerverbrennungsbetrieb in einigen Zylindern des Motors 1 und der Fettverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern ausgeführt, sind in dem vom Motor 1 abgegebenen Auspuffgas die Luft, welche Restsauerstoff enthält, der von den Magerverbrennungszylindern abgegeben wird, und der Kraftstoff, welcher unverbrannten Kohlenwasserstoff enthält, der von den Fettverbrennungszylindern abgegeben wird, in einer gemischten Weise vorhanden. Das Auspuffgas wird dem NOx-Katalysator 13a über die Auspuffleitung 14 zugeführt.

Während des Motorbetriebs im Wiederauffrischungsbereich ist der NOx-Katalysator 13a aufgrund der Hitze der Auspuffgase auf einer hohen Temperatur. Der unverbrannte Kohlenwasserstoff, welcher dem NOx-Katalysator 13a zugeführt wird, verbrennt daher im NOx-Katalysator 13a bei Vorhandensein von Restsauerstoff. Infolgedessen steigt die Temperatur des NOx-Katalysators 13a schnell an, und bei dieser hohen Temperatur werden die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen (Schwefel und seine Verbindungen), die am NOx-Katalysator 13a anhaften, verbrannt und entfernt.

Während des Magerverbrennungsbetriebs wird die Motorleistung verringert, wogegen während des Fettverbrennungsbetriebs die Motorleistung erhöht wird. Im Fall, wenn der Magerverbrennungsbetrieb in einigen Zylindern des Motors 1 und der Fettverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern ausgeführt wird, wird dementsprechend auch dann, wenn die Anzahl der Magerverbrennungszylinder und die Anzahl der Fettverbrennungszylinder gleich ist, die Motorleistung ungleichmäßig, wenn der Magerverbrennungsbetrieb oder der Fettverbrennungsbetrieb kontinuierlich ausgeführt wird, was zu einer Verschlechterung des Fahrgefühls führt.

Um dieses Problem zu lösen, werden bei dieser Ausführungsform, bei der die Regelungsvorrichtung bei einem Sechszylinder-V-Motor angewendet wird, bei welchem die Zündung in der Reihenfolge der #1-#2-#3-#4-#5-#6-Zylinder ausgeführt wird, die

#1, #3 und #5 Zylinder der ersten Reihenanzordnung 1a als Magerverbrennungszylinder ausgewählt und die #2, #4 und #6 Zylinder der zweiten Reihenanzordnung 1b werden als Fettverbrennungszylinder ausgewählt, so daß der Magerverbrennungsbetrieb und der Fettverbrennungsbetrieb alternierend im Motor 1 durchgeführt werden.

In Schritt S20 wird eine Zündzeitpunkt Korrektur für jeden Zylinder ausgeführt. Der Zündzeitpunkt in den Magerverbrennungszylindern wird derart korrigiert, daß er vorgestellt wird, wodurch die Verbrennung in den Magerverbrennungszylindern vorgestellt wird, um den Verbrennungswirkungsgrad zu erhöhen. Andererseits wird der Zündzeitpunkt in den Fettverbrennungszylindern derart korrigiert, daß er verzögert wird, wodurch die Verbrennung in den Fettverbrennungszylindern verzögert wird, um das Auftreten von Klopfen oder ähnlichem zu verhindern.

Konkret wird der L-Zündzeitpunkt (Zündzeitpunkt in den Magerverbrennungszylindern) und der R-Zündzeitpunkt (Zündzeitpunkt in den Fettverbrennungszylindern) durch die folgenden Gleichungen (6) und (7) eingestellt.

$$\text{L-Zündzeitpunkt} = \text{O/L-Zündzeitpunkt} - k \times (\text{LAF} - \text{O/L Soll-AF}) \quad (6)$$

$$\text{R-Zündzeitpunkt} = \text{O/L-Zündzeitpunkt} + k \times (\text{O/L Soll-AF} - \text{RAF}) \quad (7)$$

wobei der O/L-Zündzeitpunkt ein Zündzeitpunkt im gewöhnlichen Magerverbrennungsbetrieb ist, der O/L-Soll-AF ist ein Sollluftkraftstoffverhältnis im gewöhnlichen Magerverbrennungsbetrieb, und k ist ein Proportionalitätsfaktor, der aus Experimenten oder ähnlichem bestimmt wird.

Die Gleichungen (6) und (7) enthalten das magere Luftkraftstoffverhältnis LAF bzw. das fette Luftkraftstoffverhältnis RAF als Variable. Dies bedeutet, daß der L-Zündzeitpunkt und der R-Zündzeitpunkt wie LAF und RAF auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e und des volumetrischen Wirkungsgrads η_v eingestellt werden.

In Schritt S22 wird das Öffnen des ISC-Ventils 8 verstärkt reguliert, um hierdurch verstärkt die Ansaugluftmenge zu korrigieren. Die für die Ansaugluftmengenkorrektur verwendete Ansaugluftkorrekturmenge wird wie die Luftkraftstoffverhältniskorrekturmenge DAF auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e und des volumetrischen Wirkungsgrads η_v aus dem DAF- N_e - η_v -Funktionsdiagramm eingestellt, das im voraus in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert wird. Die Ansaugluftmengenkorrektur erhöht die Ansaugluftmenge, so daß die Verringerung der Motorleistung verhindert wird und die Motorleistung konstant stabil gehalten wird.

Die Ansaugluftmengenkorrektur im Schritt S22 ist insbesondere nützlich, um das Abfallen der Motorleistung zu verhindern, die durch das Ausführen des Wiederauffrischungsbetriebs verursacht wird. Ist beispielsweise in der Luftkraftstoffverhältniskorrekturregelung in Schritt S18 das magere Luftkraftstoffverhältnis LAF erreicht, indem die Kraftstoffmenge bei einer konstanten Luftmenge verringert wird, und ist das fette Luftkraftstoffverhältnis RAF erreicht, indem die Luftmenge bei einer konstanten Kraftstoffmenge verringert wird, wird die Motorleistung insgesamt infolge der Luftkraftstoffverhältniskorrekturregelung verringert. Eine derartige Verringerung der Motorleistung kann durch die

Ansaugluftmengenkorrektur in Schritt S22 verhindert werden.

Werden die oben beschriebene Luftkraftstoffverhältniskorrektur, die Zündzeitpunktkorrektur und die Ansaugluftmengenkorrektur schnell durchgeführt, kann die Betriebsbedingung des Motors 1 geändert werden. Es ist daher vorzuziehen, daß der entsprechende korrigierte Wert graduell an den zum Schluß korrigierten Wert herangebracht wird.

In Schritt S24 wird bestimmt, ob die Katalysatortemperatur T_{CAT} , die vom Katalysatortemperatursensor 26 erfaßt wird, welcher die Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung darstellt, nicht niedriger ist als eine vorbestimmte Temperatur T_1 . Die vorbestimmte Temperatur T_1 wird bei einem Temperaturwert (beispielsweise 650°C) eingestellt, der hoch genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen ordnungsgemäß zu verbrennen und zu entfernen.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S24 Nein, d. h. ist die Katalysatortemperatur T_{CAT} niedriger als die vorbestimmte Temperatur T_1 , kehrt die Steuerung zu Schritt S10 zurück.

Danach wird solange, als wieder in Schritt S16 geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, der Wiederauffrischungsbetrieb fortgesetzt, während die akkumulierte Wiederauffrischungsbetriebszeit vom Zeitzähler in der ECU 23 gezählt wird, wodurch die Temperatur des NOx-Katalysators 13a weiter erhöht wird. Wird jedoch in Schritt S16 geurteilt, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb nicht zutreffen, wird der Wiederauffrischungsbetrieb in diesem Steuerroulinenausführungszyklus unterbrochen.

Danach geht die Steuerung zu Schritt S26 weiter, wenn das Beurteilungsergebnis in Schritt S24 Ja ist, und wenn geurteilt wird, daß die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht. In Schritt S26 wird bestimmt, ob eine voreingestellte Zeitdauer t_s (beispielsweise 5 Sekunden) vom Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs verstrichen ist. Ist das Beurteilungsergebnis Nein und ist die voreingestellte Zeitdauer t_s nicht verstrichen, kehrt die Steuerung zu Schritt S10 zurück. Wird in Schritt S16 wieder bestimmt, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, wird der Wiederauffrischungsbetrieb fortgeführt, während die akkumulierte Wiederauffrischungsbetriebszeit gezählt wird. Sind die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb jedoch nicht erfüllt, wird der Wiederauffrischungsbetrieb unterbrochen.

Danach geht die Steuerung zu Schritt S28 weiter, wenn das Beurteilungsergebnis in Schritt S26 Ja ist und geurteilt wird, daß die voreingestellte Zeitdauer t_s verstrichen ist. In Schritt S28 wird ein Inkrementwert "1" zu einem Zählerwert C_{ST} addiert (der ursprüngliche Wert ist Null) wie aus der unten gezeigten Gleichung (8) ersichtlich. Der Inkrementwert "1" entspricht einer Referenzzeit X_1 , welche dem Ausführungszyklus der Wiederauffrischungssteuerroutine in Fig. 2 entspricht.

$$C_{ST} = C_{ST} + 1 \quad (8).$$

Die Aktualisierung des Zählerwertes C_{ST} in Schritt S28 wird nur durchgeführt, wenn alle Beurteilungsergebnisse in den Schritten S16, S24 und S26 Ja sind. Der Zählerwert C_{ST} repräsentiert daher die Anzahl von Ausführungen des Schritts S28, nachdem die voreingestellte Zeitdauer t_s vom Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs an verstrichen ist und nachdem die Ka-

talysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht. Das Produkt des Zählwertes C_{ST} und der Referenzzeit X_1 repräsentiert die akkumulierte Nettoausführungszeit des Wiederauffrischungsbetriebs, nachdem die voreingestellte Zeitdauer t_s vom Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs an verstrichen ist, und nachdem die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht. Dieser Wiederauffrischungsbetrieb wird durchgeführt, um absichtlich die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu entfernen; im folgenden wird er daher Wiederauffrischungsbetrieb zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen genannt.

In Schritt S30 wird bestimmt, ob der Zählwert C_{ST} nicht niedriger ist als ein vorbestimmter Wert X_C . Der vorbestimmte Wert X_C wird auf einen Wert gesetzt, der durch Division einer vorbestimmten Zeit (beispielsweise 60 Sekunden) durch die Referenzzeit X_1 erhalten wird, wobei die vorbestimmte Zeit genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu entfernen, und durch Experimente oder ähnliches voreingestellt wird. Der Wert X_C wird im Voraus in der Speichereinrichtung in der ECU 23 gespeichert.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S30 Nein, d. h. erreicht der Zählwert C_{ST} nicht den vorbestimmten Wert X_C , kann geurteilt werden, daß der Wiederauffrischungsbetrieb zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen noch nicht über eine vorbestimmte Zeit durchgeführt worden ist und die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen nicht ausreichend entfernt worden sind. In diesem Fall kehrt die Steuerung zu Schritt S10 zurück. Demgemäß wird so lange, als in Schritt S16 geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, der Wiederauffrischungsbetrieb zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen fortgeführt.

Danach können, falls in Schritt S30 das Beurteilungsergebnis Ja ist, d. h. wenn der Zählwert C_{ST} den vorbestimmten Wert X_C erreicht, die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen als im wesentlichen perfekt entfernt angesehen werden. In diesem Fall geht die Steuerung zu Schritt S32 weiter, wo der Zählwert C_{ST} , der Wert der Fahrstrecke D und der Merker f (F) auf Null zurückgesetzt werden und für den nächsten Wiederauffrischungsbetrieb bereit sind. Damit endet die Wiederauffrischungssteuerroutine in Fig. 2.

Wird der oben beschriebene Wiederauffrischungsbetrieb durchgeführt, wird der unverbrannte Kohlenwasserstoff, der von den Fettverbrennungszylindern abgegeben wird, im NOx-Katalysator 13a bei Vorhandensein von Restsauerstoff enthaltender Luft verbrannt, die von den Magerverbrennungszylindern abgegeben wird. Durch diese Verbrennung werden die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, verbrannt und entfernt. Hierdurch ist die NOx-Adsorptionsfähigkeit (NOx-Reinigungsfähigkeit) des NOx-Katalysators 13a wieder hergestellt.

Die Motorregelungsvorrichtung der oben beschriebenen ersten Ausführungsform kann in verschiedener Weise modifiziert werden.

Beispielsweise kann, obwohl der Fall beschrieben ist, bei dem die Regelungsvorrichtung bei einem Sechszylinder-V-Motor 1 in der ersten Ausführungsform beschrieben worden ist, die Regelungsvorrichtung der ersten Ausführungsform auf einen Motor irgendwelcher Art mit einer beliebigen Anzahl von Zylindern angewendet werden; daher kann sie beispielsweise auf einen Sechszylinder-Reihenmotor 1' angewendet werden.

Für den Sechszylinder-Reihenmotor 1' ist die Zündfolge der Zylinder #1-#5-#3-#6-#2-#4-Zylinder oder #1-#4-#2-#6-#3-#5-Zylinder. Daher werden die #1, #2 und #3-Zylinder als Magerverbrennungszylinder ausgewählt, und die anderen #4, #5 und #6-Zylinder werden als Fettverbrennungszylinder ausgewählt, wodurch der Magerverbrennungsbetrieb und der Fettverbrennungsbetrieb alternierend im Motor 1' ausgeführt wird.

Es ist auch nicht erforderlich, die Hälfte der Anzahl der Zylinder den Magerverbrennungszylindern und den Fettverbrennungszylindern zuzuweisen. Beispielsweise können zwei von den sechs Zylindern als Magerverbrennungszylinder ausgewählt werden und die übrigen vier Zylinder können als Fettverbrennungszylinder ausgewählt werden. Ferner ist die Anwendung der vorliegenden Erfindung nicht auf einen Motor mit einer geraden Anzahl von Zylindern, beispielsweise sechs Zylinder, beschränkt, sondern kann auf einen Motor mit einer ungeraden Anzahl von Zylindern, beispielsweise fünf Zylinder angewendet werden. In diesem Fall kann, obwohl die Anzahl der Magerverbrennungszylinder und die Anzahl der Fettverbrennungszylinder nicht gleich ist, das zu den entsprechenden Zylindern zugeführte Luftkraftstoffverhältnis der Mischung derart reguliert werden, daß die Menge an Restsauerstoff, die im Auspuffgas von den Magerverbrennungszylindern enthalten ist, und die Menge an unverbranntem Kohlenwasserstoff, die von den Fettverbrennungszylindern abgegeben wird, im richtigen Verhältnis sind.

Als nächstes wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die Vorrichtung dieser Ausführungsform hat mit der Vorrichtung der ersten Ausführungsform gemeinsam, daß eine NOx-Katalysatoreinrichtung erwärmt wird, wenn die geschätzte Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die an der NOx-Katalysatoreinrichtung anhaften, eine vorbestimmte Menge erreichen, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Katalysatoreinrichtung zu entfernen. Die Vorrichtung unterscheidet sich von der Vorrichtung der ersten Ausführungsform, bei der die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf der Basis der Fahrstrecke geschätzt wird, darin, daß die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf der Basis des akkumulierten Wertes des Kraftstoffverbrauchs des Motors geschätzt wird. Ferner unterscheidet sich die Vorrichtung dieser Ausführungsform von der Vorrichtung der ersten Ausführungsform darin, daß die Vorrichtung speziell für ein Fahrzeug geeignet ist, das mit einem Triebwerk versehen ist, in welchem ein Motor und ein automatisches Getriebe derart installiert sind, daß sie direkt miteinander mittels einer Feststellkupplung verbindbar sind.

Wie in Fig. 5 gezeigt, sind ein Sechszylinder-V-Benzinmotor, an dem die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform befestigt ist, sowie Peripherieelemente im wesentlichen gleich zu denjenigen von Fig. 1 ausgebildet. Die gleichen Bezugszeichen werden daher für Elemente in Fig. 5 verwendet, die im wesentlichen gleich sind wie die Elemente in Fig. 1, und die Erklärung dieser Elemente erübrigt sich. In Fig. 5 bezeichnet das Bezugszeichen 60 eine hydraulische Steuereinrichtung (Controller), die später beschrieben wird.

Wie in Fig. 6 gezeigt, ist das Triebwerk des Fahrzeugs mit einem automatischen Getriebe 30 versehen, das ein Getriebe 32 und einen Drehmomentwandler 33 umfaßt.

Die Eingangsseite des automatischen Getriebes 30 ist mit einer Ausgangswelle 31 eines Motors 1 verbunden, und die Ausgangswelle 50 ist mit den (nicht gezeigten) Antriebsrädern des Fahrzeugs über ein Differentialgetriebe oder ähnliches verbunden.

Das Getriebe 32 enthält hydraulische Reibungseingriffselemente, wie hydraulische Kupplungen und hydraulische Bremsen zusätzlich zu einer Vielzahl von Planetengetriebegruppen. Eine detaillierte Beschreibung des Getriebes 32 wird hier nicht durchgeführt.

Der Drehmomentwandler 33 enthält eine Ummantelung 33, ein Gehäuse 34, eine Pumpe 36, eine Turbine 37, einen Stator 38 und andere Elemente. Das Gehäuse 34, das mit der Motorausgangswelle 31 verbunden ist, dreht sich synchron mit der Ausgangswelle 31. Die Turbine 37 ist mit der Eingangswelle 39 des Getriebes 32 verbunden, und der Stator 38 ist an der Ummantelung 33 über eine (nicht gezeigte) Einwegkupplung installiert.

Das Gehäuse 34 ist mit Hydraulikfluid gefüllt. Dieses Hydraulikfluid wird von der Pumpe 36, die zusammen mit der Ausgangswelle 31 rotiert, abgegeben, um die Turbine 37 zu drehen. Hierdurch funktioniert der Drehmomentwandler 33 als eine Fluidkupplung, und der Ausgang des Motors 1 wird auf die Antriebsräder über das Getriebe 32 übertragen.

Zwischen dem Gehäuse 34 und der Turbine 37 ist eine Nasseinplattendämpfungskupplung (Feststellkupplung) 40 angeordnet. Der Eingriff dieser Dämpfungskupplung 40 mit dem Gehäuse 34 verbindet die Ausgangswelle 31 des Motors 1 direkt mit der Eingangswelle 39 des Getriebes 32. Ist das Element 40 außer Eingriff mit dem Element 34, wird die direkte Verbindung zwischen dem Element 31 und dem Element 32 gelöst. Zwischen einer Hydraulikquelle 61 und dem entsprechenden einen Ende der Ölleitungen 42 und 46 ist ein (nicht gezeigtes) Steuerventil angeordnet, das in der hydraulischen Steuereinrichtung 60 angeordnet ist. Das andere Ende der Ölleitung 42 ist an einer Stelle zwischen der Turbine 37 und der Dämpfungskupplung 40 geöffnet. Das andere Ende der Ölleitung 46 ist an einer Stelle zwischen dem Gehäuse 34 und der Dämpfungskupplung 40 geöffnet. Das Steuerventil nimmt eine erste oder zweite Betriebsstellung gemäß einem Steuerdruck ein, der sich in Abhängigkeit des Vorhandenseins eines Dämpfungskupplungssteuersignals von der ECU 23 ändert.

Nimmt das Steuerventil die erste Betriebsposition gemäß dem Dämpfungskupplungssteuersignal von der ECU 23 ein, kommuniziert die Ölleitung 46 mit der Hydraulikquelle, und die Ölleitung 42 kommuniziert mit der Abflußseite des Hydraulikkreises. Das Hydraulikfluid von der Hydraulikquelle wird daher durch die Ölleitung 46 hindurch zwischen das Gehäuse 34 und die Dämpfungskupplung 40 zugeführt. Andererseits wird das Hydraulikfluid im Gehäuse 34 von der Ölleitung 42 zwischen der Turbine 37 und der Dämpfungskupplung 40 abgeführt. Hierdurch wird der Druck zwischen dem Gehäuse 34 und der Dämpfungskupplung 40 erhöht, und die Dämpfungskupplung 40 wird zu derjenigen Seite hin gedrückt, die dem Gehäuse 34 gegenüberliegt, wodurch die Dämpfungskupplung 40 nicht direkt mit dem Gehäuse 34 verbunden ist. In diesem entkoppelten Zustand funktioniert der Drehmomentwandler 33 als eine gewöhnliche Fluidkupplung.

Ist das Dämpfungskupplungssteuersignal von der ECU 23 nicht mehr vorhanden und nimmt das Steuerventil die zweite Betriebsposition ein, wird Hydraulikfluid von der Hydraulikquelle durch die Ölleitung 42 hindurch zwischen die Turbine 37 und die Dämpfungs-

kupplung 40 geleitet, und das Hydraulikfluid zwischen dem Gehäuse 34 und der Dämpfungskupplung 40 wird von der Ölleitung 46 abgeführt. Hierdurch wird die Dämpfungskupplung 40 zu der Seite des Gehäuses 34 hin gedrückt, so daß die Dämpfungskupplung 40 direkt mit dem Gehäuse 34 verbunden ist. In einem derartigen direkten Verbindungszustand ist der Ausgang der Motorausgangswelle 31 direkt mit der Eingangswelle 39 ohne Verwendung des Hydraulikfluids verbunden. In diesem Fall funktioniert der Drehmomentwandler 33 nicht als Fluidkupplung.

Als nächstes wird der Betrieb der in der oben beschriebenen Weise ausgestalteten Motorregelungsvorrichtung erläutert.

Jedesmal, wenn der Motor 1 gestartet wird, wird die in den Fig. 7 und 8 gezeigte Wiederauffrischungssteueroutine von der ECU 23 ausgeführt. Diese Steueroutine ist ähnlich zu derjenigen, die in Fig. 2 gezeigt ist; die Beschreibung derjenigen Schritte, die für beide Steueroutinen gemeinsam sind, erübrigt sich daher teilweise.

Da der Motor gerade gestartet worden ist, wird daher zuerst im Schritt S110, der dem Schritt S10 in Fig. 2 entspricht, geurteilt, daß der Wert des Merkers f (F) nicht "1" ist, so daß die Steuerung zu Schritt S111 weitergeht, der dem Schritt S11 in Fig. 2 entspricht. In diesem Schritt S111 bestimmt die ECU 23 den akkumulierten Wert der Impulsbreite des Stromsignals für die Steuerung der Kraftstoffeinspritzventile 3a und 3b, berechnet die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F des Motors 1 auf der Basis der akkumulierten Impulsbreite und bestimmt hierdurch die Menge der Reinigungs-fähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften. Da die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen ungefähr proportional zu der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F ist, repräsentiert die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften.

Die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F kann aus dem akkumulierten Wert aller Impulsbreiten des Steuerstroms bestimmt werden, der den Kraftstoffeinspritzventilen 3a und 3b zugeführt wird. Da die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen jedoch dazu tendieren, am NOx-Katalysator 13a während des Magerverbrennungsbetriebs anzuhaften, ist es vorteilhaft, daß die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F auf der Basis von lediglich der akkumulierten Impulsbreite des Steuerstroms bestimmt wird, der den Kraftstoffeinspritzventilen 3a der Magerverbrennungszylinder (#1, #3 und #5-Zylinder in Fig. 3) zugeführt wird. Unter Berücksichtigung, daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen leicht am NOx-Katalysator 13a anhaften, wenn die NOx-Katalysatortemperatur nicht höher ist als — eine vorbestimmte Temperatur, kann ferner die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen genauer geschätzt werden, wenn die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F auf der Basis von lediglich der akkumulierten Impulsbreite des Steuerstroms bestimmt wird, der den Kraftstoffeinspritzventilen 3a der Magerverbrennungszylinder zugeführt wird, wenn die Katalysatortemperatur nicht höher ist als die vorbestimmte Temperatur.

In Schritt S112 (der dem Schritt S12 in Fig. 2 entspricht) wird bestimmt, ob die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F , die in Schritt S111 berechnet wird, nicht niedriger ist als ein vorbestimmter Wert F_1 , wodurch bestimmt wird, ob die Menge der anhaftenden

Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen eine vorbestimmte Menge erreicht hat. Diese vorbestimmte Menge wird auf den Wert eingestellt, welcher der erlaubten Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen entspricht, vorzugsweise dem Wert, der demjenigen Wert entspricht, welcher durch das NOx-Emissionsgesetz geregelt ist.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S112 Ja, kann geurteilt werden, daß die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Menge überschritten hat, so daß die Steuerung zu Schritt S116 weitergeht, welcher dem Schritt S16 in Fig. 2 entspricht, und zwar über den Schritt S113, der dem Schritt S13 in Fig. 2 entspricht. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S112 Nein, d. h. wird geurteilt, daß die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F nicht den vorbestimmten Wert F_1 erreicht, geht die Steuerung zu Schritt S114 weiter, der dem Schritt S14 in Fig. 2 entspricht. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S114 Nein, endet die Wiederauffrischungssteueroutine. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S114 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Batterie gerade wieder angeschlossen worden ist, geht die Steuerung zu Schritt S116 über den Schritt S113 weiter.

In Schritt S116 wird wie im Fall von Schritt S16 von Fig. 2 bestimmt, ob die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb, die durch die Gleichungen (1), (2) und (3) repräsentiert sind, zur gleichen Zeit erfüllt sind.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S116 Nein, wird ein Merker f (RF) auf "0" zurückgesetzt, wobei dieser Wert angibt, daß der Wiederauffrischungsbetrieb in Schritt S118 nicht ausgeführt wird, und die Steuerung kehrt zu Schritt S110 zurück. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S116 Ja, d. h. sind alle drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb erfüllt, geht die Steuerung zu Schritt S120 weiter, um den Wiederauffrischungsbetrieb zu starten. Zur gleichen Zeit wird das Zählen der Zeit, die seit dem Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs verstrichen ist, mittels des Zeitzählers in der ECU 23 gestartet.

In Schritt S120 wird bestimmt, ob der Wert des Merkers f (RF) "1" ist. Wird das Beurteilungsergebnis zuerst Ja und sind daher gerade danach die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb erfüllt, bleibt der Wert des Merkers f (RF) auf Null, so daß das Beurteilungsergebnis in Schritt S120 Nein ist. In diesem Fall geht die Steuerung zu Schritt S122 weiter.

In Schritt S122 wird ein Dämpfungskupplungssteuer-signal von der ECU 23 zur hydraulischen Steuereinrichtung 60 gesendet. Hierdurch kommt die Dämpfungskupplung 40 des automatischen Getriebes 30 in den entkoppelten Zustand, und der Drehmomentwandler 33 funktioniert als gewöhnliche Fluidkupplung. Auch wenn der Ausgang des Motors 1 durch das Ausführen des später beschriebenen Wiederauffrischungsbetriebs verändert wird, wird daher die Veränderung der Motorleistung nicht direkt auf die Ausgangsseite des automatischen Getriebes 30 übertragen, so daß eine Verschlechterung im Fahrgefühl verhindert werden kann. Ist die Dämpfungskupplung 40 bereits im entkoppelten Zustand gewesen, wenn der Schritt S122 ausgeführt wird, wird der entkoppelte Zustand fortgesetzt.

Die nächsten Schritten S124, S126 und S128 führen eine Temperaturerhöhungszustandsbetätigung des Wiederauffrischungsbetriebs aus, um die Temperatur T_{CAT} des NOx-Katalysators 13a auf eine vorbestimmte Temperatur (beispielsweise 650° C) zu erhöhen, die hoch

genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen vom NOx-Katalysator 13a zu verbrennen und zu entfernen. Diese Temperaturerhöhungszustandsbetätigung entspricht dem Wiederauffrischungsbetrieb zum Erhöhen der Temperatur des NOx-Katalysators 13a in der ersten Ausführungsform. Die Schritte S124, S126 und S128 entsprechen den Schritten S18, S20 und S22 in Fig. 2.

Wie kurz beschrieben wird, wird im Schritt S124, der ähnlich ist zu Schritt S18 in Fig. 1 die Luftkraftstoffkorrekturregelung derart ausgeführt, daß die Luftkraftstoffverhältnisse der Mischungen, die den Magerverbrennungszylindern und den Fettverbrennungszylindern zugeführt werden, das magere Luftkraftstoffverhältnis LAF und das fette Luftkraftstoffverhältnis RAF sind, welche durch die Gleichungen (4) bzw. (5) repräsentiert werden. Anders als bei der ersten Ausführungsform, bei welcher das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis AVAF auf 13,7 eingestellt wird, wird jedoch das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis AVAF auf das theoretische Luftkraftstoffverhältnis (14, 7) in dieser Ausführungsform eingestellt. Die Temperatur des NOx-Katalysators 13a kann daher ohne Erhöhen der Verunreinigung im Auspuffgas erhöht werden. In Schritt S126 wird wie in Schritt S20 von Fig. 2 eine Zündzeitpunkt-korrektur gemäß den Gleichungen (6) und (7) derart ausgeführt, daß der Zündzeitpunkt in den Magerverbrennungszylindern durch Vorstellen korrigiert wird, und der Zündzeitpunkt in den Fettverbrennungszylindern durch Verzögern korrigiert wird. In Schritt S128 wird wie in Schritt S22 von Fig. 2 eine Ansaugluftmengenkorrektur durchgeführt, um das durch den Wiederauffrischungsbetrieb verursachte Abfallen der Motorleistung zu verhindern.

Wird in der oben beschriebenen Weise ein Temperaturerhöhungszustandsbetätigung durchgeführt, wird die Temperatur des NOx-Katalysators 13a schnell erhöht; die Temperatur TCAT des NOx-Katalysators 13a erreicht die vorbestimmte Temperatur T_1 (650°C), die hoch genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, zu verbrennen und zu entfernen.

In Schritt S130 (der dem Schritt S24 in Fig. 2 entspricht) wird bestimmt, ob die Katalysatortemperatur TCAT die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat. Ist dieses Beurteilungsergebnis Nein, d. h. ist die Katalysatortemperatur TCAT niedriger als die vorbestimmte Temperatur T_1 , kehrt die Steuerung zu Schritt S110 zurück. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S130 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Katalysatortemperatur TCAT die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat, geht die Steuerung zu Schritt S132 weiter, der dem Schritt S26 in Fig. 2 entspricht, wo bestimmt wird, ob eine voreingestellte Zeitdauer t_s seit dem Startzeitpunkt der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verstrichen ist.

Ist dieses Beurteilungsergebnis Nein, d. h. ist die voreingestellte Zeitdauer T_1 nicht verstrichen, kehrt die Steuerung zu Schritt S110 zurück. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S132 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die voreingestellte Zeitdauer t_s verstrichen ist, geht die Steuerung zu Schritt S134 weiter.

Die Schritte S134, S136 und S138 führen eine Wiederauffrischungszustandsbetätigung des Wiederauffrischungsbetriebs aus, wo die Temperatur des NOx-Katalysators 13a, welche die vorbestimmte Temperatur T_1 (650°C) erreicht hat, bei der vorbestimmten Temperatur T_1 gehalten wird, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen im wesentlichen perfekt ver-

brannt und vom NOx-Katalysator 13a entfernt werden. Die Wiederauffrischungszustandsbetätigung entspricht dem Wiederauffrischungsbetrieb zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in der ersten Ausführungsform.

In dieser Wiederauffrischungszustandsbetätigung wird wie bei der oben beschriebenen Temperaturerhöhungszustandsbetätigung eine Zündzeitpunkt-korrektur in Schritt S136 durchgeführt, nachdem zuerst in Schritt S134 die Luftkraftstoffverhältniskorrektur durchgeführt wird, und dann wird die Ansaugluftmengenkorrektur in Schritt S138 durchgeführt.

Bei der Luftkraftstoffverhältniskorrektur in Schritt S134 wird anders als bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis AVAF auf einen Wert eingestellt, der fetter ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, beispielsweise 13,7. Das magere Luftkraftstoffverhältnis LAF und das fette Luftkraftstoffverhältnis RAF werden aus den oben beschriebenen Gleichungen (4) und (5) bestimmt, indem der durchschnittliche Luftkraftstoffverhältniswert 13, 7 verwendet wird, und das Luftkraftstoffverhältnis eines jeden Zylinders wird auf der Basis der Ergebnisse korrigiert. Ist das durchschnittliche Luftkraftstoffverhältnis AVAF auf einen Wert auf der fetten Seite eingestellt, wie oben beschrieben, enthält das Auspuffgas mehr CO und HC als das Auspuffgas bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung. Das CO und HC reagieren mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in zufriedenstellender Weise entfernt werden. Die NOx-reduzierende Aktivität von HC entfernt gleichzeitig NOx, das vom NOx-Katalysator 13a adsorbiert wird.

In Schritt S136 werden wie in der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung der L-Zündzeitpunkt in den Magerverbrennungszylindern und der R-Zündzeitpunkt in den Fettverbrennungszylindern ordnungsgemäß derart korrigiert, daß sie mit dem mageren Luftkraftstoffverhältnis LAF und dem fetten Luftkraftstoffverhältnis RAF übereinstimmen, die korrigiert bzw. im Schritt S134 eingestellt werden. In Schritt S138 wird wie bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung die Ansaugluftmengenkorrektur durch Regulieren des ISC-Ventils 8 zur Ventilöffnungsseite hin durchgeführt, um das Abfallen der Motorleistung zu kompensieren. In Schritt S140 wird ein Merker f (RF) auf "1" zurückgesetzt, der angibt, daß die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird. In Schritt S142, der dem Schritt 28 in Fig. 2 entspricht, wird ein Zählwert Cst, welcher der akkumulierten Zeit seit dem Startzeitpunkt der Wiederauffrischungszustandsbetätigung repräsentiert, aktualisiert (siehe Gleichung (8)). In Schritt S144, der dem Schritt S30 in Fig. 2 entspricht, wird bestimmt, ob der Zählwert Cst einen vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, welcher der vorbestimmten Zeit entspricht.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S144 Nein, d. h. hat der Zählwert Cst den vorbestimmten Wert X_c nicht erreicht, wird geurteilt, daß die Wiederauffrischungszustandsbetätigung noch nicht über die vorbestimmte Zeit ausgeführt wird, und die Entfernung der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen ist daher ungenügend. Wie in diesem Fall kehrt die Steuerung zu Schritt S110 zurück. Wenn in Schritt S116 wieder geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, geht die Steuerung zu Schritt S120 weiter. Hier ist, da der Merker f (RF) schon auf "1" gesetzt worden ist, wodurch angegeben wird, daß die Wieder-

auffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird, das Beurteilungsergebnis in Schritt S120 Ja. In diesem Fall geht die Steuerung zu Schritt S134 weiter. Daher wird die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt, ohne daß die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung ausgeführt wird. Treffen die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb nicht zu, obwohl die Wiederauffrischungszustandsbetätigung einmal gestartet worden ist, so daß das Beurteilungsergebnis in Schritt S116 Nein ist, geht die Steuerung zu Schritt S118 weiter, wo der Wert des Merkers f (RF) auf Null zurückgesetzt wird, und dann kehrt die Steuerung zu Schritt S110 zurück.

Ist der Wert des Merkers f (RF) somit einmal auf Null zurückgesetzt, ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S120 Nein, auch wenn in Schritt S116 wieder geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen. Daher die Dämpfungskupplung 40 in Schritt S122 getrennt, und in und nach dem Schritt S124 wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wieder ausgeführt. Danach kann, auch wenn die Katalysatortemperatur T_{CAT} durch die Unterbrechung der Wiederauffrischungszustandsbetätigung verringert wird, die Katalysatortemperatur wieder auf die vorbestimmte Temperatur T_1 zurückkehren. Treffen die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb während der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung nicht zu, wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wieder gestartet, wenn die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S144 ja, d. h. wird geurteilt, daß der Zählwert C_{ST} , welcher die akkumulierte Zeit repräsentiert, den vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, welcher der vorbestimmten Zeit entspricht, können die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen als im wesentlichen perfekt entfernt angesehen werden. In diesem Fall geht die Steuerung zu Schritt S146 weiter, wo der Zählwert C_{ST} , die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F , der Merker f (F) und der Merker f (RF) auf Null zurückgesetzt werden, und ferner wird die AT-Trennung derart zurückgesetzt, daß die Dämpfungskupplung 40 des automatischen Getriebes 30 direkt verbunden werden kann, wodurch sie für die nächste Ausführung des Wiederauffrischungsbetriebs bereit ist. Damit endet die in den Fig. 7 und 8 gezeigte Wiederauffrischungssteueroutine.

Wird der Wiederauffrischungsbetrieb, welcher die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung enthält, in der oben beschriebenen Weise wie bei der ersten Ausführungsform durchgeführt, wird der unverbrannte Kohlenwasserstoff, der von den Fettverbrennungszylindern abgegeben wird, im NOx-Katalysator 13a bei Vorhandensein von Restsauerstoff enthaltender Luft verbrannt, die von den Magerverbrennungszylindern abgegeben wird. Durch diese Verbrennung werden die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, verbrannt und entfernt. Hierdurch wird die NOx-Adsorptionsfähigkeit (NOx-Reinigungsfähigkeit) des NOx-Katalysators 13a wieder hergestellt. Da HC im Auspuffgas enthalten ist, das durch den NOx-Katalysator 13a während der Wiederauffrischungszustandsbetätigung hindurchtritt, wird NOx ebenfalls in zufriedenstellender Weise durch diesen HC desoxidiert und entfernt.

Die Motorregelungsvorrichtung der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform kann in verschiedener Weise modifiziert werden. Obwohl in der zweiten Aus-

führungsform die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf der Basis der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F geschätzt wird, kann beispielsweise ein Effekt, der ähnlich ist zu demjenigen, der durch die auf der Basis der Kraftstoffakkumulationsmenge F durchgeführten Schätzung erreicht wird, erreicht werden, wenn die Schätzung auf der Basis der Fahrstrecke D , der Ansaugluftakkumulationsmenge A oder der Laufzeit H des Motors 1 durchgeführt wird. In diesem Fall wird die Fahrstrecke D mittels der Streckenaufzeichnungseinrichtung 25 (Fahrstreckenakkumulationseinrichtung) ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform bestimmt. Die Ansaugluftakkumulationsmenge A wird durch Berechnen des akkumulierten Wertes der Wirbelimpulsanzahl des Karman-Wirbelluftstromsensors 6 (Ansaugluftmengenakkumulationseinrichtung) bestimmt. Die Laufzeit H wird durch Zählen der Zeit, während der der Motor 1 arbeitet, beispielsweise mittels eines Zeitnehmers bestimmt.

Um die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen durch Verwendung der Fahrstrecke D zu schätzen, wie in Fig. 9 gezeigt, werden die Anhaftmengenschätzschritte S111 und S112 in Fig. 7 durch Schritt S1111 ersetzt, um die Fahrstrecke D zu berechnen, und durch Schritt S1121, um zu bestimmen, ob die Fahrstrecke D einen vorbestimmten Wert D_1 (beispielsweise 1000 km) erreicht hat. Ferner wird Schritt S146 in Fig. 8 zum Zurücksetzen der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F durch Schritt S1461 ersetzt, um die Fahrstrecke D auf Null zurückzusetzen.

Wird die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen durch Verwenden der Ansaugluftakkumulationsmenge A geschätzt, wie in Fig. 10 gezeigt, werden die Anhaftmengenschätzschritte S111 und S112 in Fig. 7 durch den Schritt S1112 zum Berechnen der Ansaugluftakkumulationsmenge A und durch Schritt S1122 ersetzt, um zu bestimmen, ob die Ansaugluftakkumulationsmenge A einen vorbestimmten Wert A_1 erreicht hat. Ferner wird Schritt S146 in Fig. 8 zum Zurücksetzen der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F durch Schritt S1462 zum Zurücksetzen der Ansaugluftakkumulationsmenge A auf Null ersetzt.

Um die Schätzung durch Verwenden der Laufzeit H durchzuführen, wie in Fig. 11 gezeigt, werden die Anhaftmengenschätzschritte S111 und S112 in Fig. 7 durch Schritt S1113 zum Berechnen der Laufzeit H und durch Schritt S1123 ersetzt, um zu bestimmen, ob die Laufzeit H einen vorbestimmten Wert H_1 erreicht hat. Ferner wird Schritt S146 in Fig. 8 zum Zurücksetzen der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F durch Schritt S1463 zum Zurücksetzen der Laufzeit H auf Null ersetzt.

In der zweiten Ausführungsform wird nur dann, wenn alle Beurteilungsergebnisse des Betriebsbedingungsbestimmungsschritts S116, des Katalysatortemperaturbestimmungsschritts S130 und des Schritts S132 zur Bestimmung der verstrichenen Zeit Ja sind, der Zählwert C_{ST} , welcher die akkumulierte Zeit repräsentiert, in Inkrementen erhöht. Die Inkrementenbedingung für den Zählwert ist jedoch nicht immer darauf beschränkt. Beispielsweise kann auch dann, wenn der Zählwert C_{ST} in Inkrementen erhöht wird, wenn nur die Beurteilungsergebnisse in den Schritten S116 und S130 Ja sind, oder wenn nur die Beurteilungsergebnisse in den Schritten S116 und S130 Ja sind, ein ähnlicher Effekt zu demjenigen der zweiten Ausführungsform erreicht werden. Auch kann ein signifikanter Effekt erwartet werden,

auch wenn der Zählwert CST in Inkrementen erhöht wird, wenn nur das Beurteilungsergebnis in Schritt S116 Ja ist.

Auch wird in der zweiten Ausführungsform der feststehende vorbestimmte Wert (der vorbestimmte Wert F_1 , wenn die Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge F verwendet wird, der vorbestimmte Wert D_1 , wenn die Fahrstrecke D verwendet wird, der vorbestimmte Wert A_1 , wenn die Ansaugluftakkumulationsmenge A verwendet wird, und der vorbestimmte Wert H_1 , wenn die Laufzeit H verwendet wird) als ein Kriterium zum Beurteilen der Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen verwendet. Alternativ kann der vorbestimmte Wert, welcher ein Kriterium ist, derart variabel sein, daß der vorbestimmte Wert ein graduell kleineren Wert annimmt, als die Anwendungszeit des NOx-Katalysators 13a sich erhöht, wobei berücksichtigt wird, daß die Verschlechterung im Katalysator fortschreitet, wenn sich die Katalysatoranwendungszeit erhöht. In diesem Fall kann der Wiederauffrischungsbetrieb, wenn sich die Anwendungszeit des NOx-Katalysators 13a erhöht, auf einfache und effektive Weise durchgeführt werden.

Obwohl der Fall, wo die Regelungsvorrichtung auf einen Sechszylinder-V-Motor angewendet wird, in der zweiten Ausführungsform beschrieben ist, kann die Motorregelungsvorrichtung der zweiten Ausführungsform auf einen Motor irgendeiner Art angewendet werden.

Als nächstes wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die Vorrichtung dieser Ausführungsform ist mit der Vorrichtung der ersten und zweiten Ausführungsform darin gemeinsam, daß eine NOx-Katalysatoreinrichtung erwärmt wird, wenn die geschätzte Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die an der NOx-Katalysatoreinrichtung anhaften, eine vorbestimmte Menge erreicht, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Katalysatoreinrichtung zu entfernen. Die Vorrichtung unterscheidet sich jedoch von der Vorrichtung der ersten und zweiten Ausführungsform hinsichtlich des Verfahrens zum Erwärmen der NOx-Katalysatoreinrichtung (Temperaturerhöhungszustandsbetätigung). Die Vorrichtung dieser Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungszustand des Motors derart geändert wird, daß die Temperatur des Auspuffgases vom Motor ansteigt, indem der Zündzeitpunkt des Motors korrigiert wird, wodurch die Temperatur der NOx-Katalysatoreinrichtung erhöht wird.

Die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform ist in gleicher Weise wie die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung ausgebildet und kann auf einen Motor mit der gleichen Ausgestaltung wie diejenige des in Fig. 1 gezeigten Motors 1 angewendet werden. Die Erläuterung der Ausgestaltung der Motorregelungsvorrichtung und des Motors erübrigt sich daher.

Als nächstes wird der Betrieb der Motorregelungsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Jedesmal, wenn der Motor 1 gestartet wird, wird die Wiederauffrischungsteuerroutine, die in den Fig. 12 und 13 gezeigt ist, durch die ECU 23 ausgeführt. Diese Steuerroutine ist ähnlich zu derjenigen in Fig. 2 und derjenigen in den Fig. 7 und 8; die Beschreibung der Schritte, die mit diesen drei Steuerroutinen gemeinsam sind, erübrigt sich daher teilweise.

Als erstes werden die Schritte S210, S211 und S212

entsprechend den Schritten S10, S11 und S12 in Fig. 2 nacheinander ausgeführt, so daß die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, geschätzt wird, und es wird bestimmt, ob die geschätzte Menge eine vorbestimmte Menge erreicht hat.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S212 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Menge überschreitet, geht die Steuerung zu Schritt S216 weiter, der dem Schritt S16 in Fig. 2 entspricht, und zwar über den Schritt S213, welcher dem Schritt S13 in Fig. 2 entspricht. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S212 Nein, geht die Steuerung zu Schritt S214 weiter, welcher dem Schritt S14 in Fig. 2 entspricht. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S214 Nein, endet die Wiederauffrischungsteuerroutine. Ist andererseits das Beurteilungsergebnis in Schritt S214 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Batterie gerade wieder angeschlossen worden ist, geht die Steuerung zu Schritt S216 über den Schritt S213 weiter.

In Schritt S216 wird wie in Schritt S16 von Fig. 2 bestimmt, ob die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb, welche durch die Gleichung (1), (2) und (3) repräsentiert werden, zur gleichen Zeit erfüllt sind.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S216 Nein, wird in Schritt S218, welcher dem Schritt S118 von Fig. 7 entspricht, ein Merker f (RF) auf "0" zurückgesetzt, der angibt, daß der Wiederauffrischungsbetrieb ausgeführt wird, und die Steuerung kehrt zu Schritt S210 zurück. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S216 Ja, d. h. sind alle drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb erfüllt, geht die Steuerung zu Schritt S220 weiter, welcher dem Schritt S120 von Fig. 7 entspricht, um den Wiederauffrischungsbetrieb zu starten, wo bestimmt wird, ob der Wert eines Merkers f (RF) "1" ist. Zur gleichen Zeit wird das Zählen der verstrichenen Zeit seit dem Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs gestartet, indem die Zeitzählerrichtung in der ECU 23 verwendet wird.

Unmittelbar nachdem die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zur gleichen Zeit erfüllt sind, bleibt der Wert des Merkers f (RF) auf Null zurückgesetzt, so daß das Beurteilungsergebnis in Schritt S220 Nein ist. In diesem Fall wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung (entsprechend der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung in der zweiten Ausführungsform) gestartet, um die Temperatur T_{CAT} des NOx-Katalysators 13a auf eine vorbestimmte Temperatur T_1 (beispielsweise 650°C) zu erhöhen, die hoch genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu verbrennen und vom NOx-Katalysator 13a zu entfernen.

In dieser Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wird zuerst in Schritt S224 eine Zündzeitpunktkorrektur ausgeführt, so daß der Zündzeitpunkt in allen Zylindern des Motors 1 verzögert wird. Das Korrekturmaß (Verzögerungswinkelmaß), das für diese Zündzeitpunktkorrektur verwendet wird, wird auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e und des volumetrischen Wirkungsgrads η_v von einem Korrekturmaß $N_e\eta_v$ -Funktionsdiagramm bestimmt, welches im Voraus im ROM in der ECU 23 gespeichert wird.

Ist der Zündzeitpunkt in allen Zylindern des Motors 1 verzögert, wird die Verbrennung nicht mehr vollständig ausgeführt und fortgeführt, auch wenn das Abgasventil des Zylinders geöffnet ist. Daher wird das Auspuffgas,

das vom Motor 1 abgegeben wird, in die Auspuffleitung 14 abgegeben, während es verbrannt wird, so daß die Temperatur des Auspuffgases hoch ist.

In Schritt S226 wird wie in Schritt S128 von Fig. 7, eine Ansaugluftmengenkorrektur durchgeführt, um das durch die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verursachte Abfallen der Motorleistung zu verhindern. Das Korrekturmaß, das für diese Ansaugluftmengenkorrektur verwendet wird, wird aus dem Korrekturmaß- N_e - η_v -Funktionsdiagramm bestimmt, das im ROM in der ECU 23 gespeichert wird, wie dies bei der Zündzeitpunkt-korrektur der Fall ist. Das Öffnen des ISC-Ventils 8 wird zunehmend gemäß dem Korrekturmaß korrigiert, das von diesem Funktionsdiagramm gelesen wird, so daß die Ansaugluftmengenkorrektur ordnungsgemäß ausgeführt wird.

Ist die Ansaugluftkorrekturmenge groß und kann die Korrektur nicht ausreichend durch Steuerung der Öffnung des ISC-Ventils 8 durchgeführt werden, können eine Bypassleitung zum Umgehen des Drosselventils 7 und ein Luftbypassventil zum Ändern der Querschnittsfläche der Leitung (die beide nicht gezeigt sind) vorgesehen sein, so daß die Ansaugluftmenge durch die Betätigung des Luftbypassventils erhöht wird.

Wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung in der oben beschriebenen Weise durchgeführt, wird die Temperatur des NOx-Katalysators 13a schnell erhöht und die Temperatur T_{CAT} des NOx-Katalysators 13a erreicht die vorbestimmte Temperatur T_1 (650°C), die hoch genug ist, um die am NOx-Katalysator 13a anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu verbrennen und zu entfernen.

In Schritt S230 (der dem Schritt S130 in Fig. 7 entspricht) wird bestimmt, ob die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat. Ist das Beurteilungsergebnis Nein, kehrt die Steuerung zu Schritt S210 zurück. Wird geurteilt, daß die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat, geht die Steuerung zu Schritt S232 weiter, der dem Schritt S132 in Fig. 7 entspricht, wo bestimmt wird, ob eine voreingestellte Zeitdauer t_s seit dem Startzeitpunkt der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verstrichen ist. Ist dieses Beurteilungsergebnis Nein, kehrt die Steuerung zu Schritt S210 zurück. Wird in Schritt S132 geurteilt, daß die voreingestellte Zeitdauer t_s verstrichen ist, wird die Wiederauffrischungszustandsbetätigung (welche der Wiederauffrischungszustandsbetätigung in der zweiten Ausführungsform entspricht) gestartet, um die Temperatur des NOx-Katalysators 13a auf der vorbestimmten Temperatur T_1 zu halten, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen verbrannt und vom NOx-Katalysators 13a im wesentlichen perfekt entfernt werden.

Bei dieser Wiederauffrischungszustandsbetätigung werden der Luftkraftstoffverhältniskorrekturschritt S234, der ähnlich ist zu Schritt S134 von Fig. 8 und der Zündzeitpunkt-korrekturschritt S236 und der Ansaugluftmengenkorrekturschritt S238, welche den Schritten S136 bzw. S138 von Fig. 8 entsprechen, nacheinander ausgeführt.

Bei der Luftkraftstoffverhältniskorrektur in Schritt S234 wird das Luftkraftstoffverhältnis in allen Zylindern des Motors 1 auf einen Wert (beispielsweise 13,7) korrigiert, der fetter ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, indem ein Korrekturmaß verwendet wird, das von einem (nicht gezeigten) Luftkraftstoffverhältnis- N_e - η_v -Funktionsdiagramm erhalten wird. Alternativ wird das Luftkraftstoffverhältnis in allen Zylindern auf

ein feststehendes fettes Luftkraftstoffverhältnis eingestellt. Als Ergebnis reagieren CO und HC, die in großen Mengen im Auspuffgas enthalten sind, mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, wodurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in zufriedenstellender Weise entfernt werden. Die NOx-verringende Aktion des HC entfernt gleichzeitig NOx, das vom NOx-Katalysator 13a adsorbiert wird.

In Schritt S236 werden der L-Zündzeitpunkt in den Magerverbrennungszylindern und der R-Zündzeitpunkt in den Fettverbrennungszylindern ordnungsgemäß in Übereinstimmung mit den Gleichungen (7) und (8) korrigiert, so daß sie dem mageren Luftkraftstoffverhältnis LAF bzw. dem fetten Luftkraftstoffverhältnis RAF angepaßt sind, die in Schritt S234 korrigiert und eingestellt werden. In Schritt S238 wird eine Ansaugluftmengenkorrektur durch Regulieren des ISC-Ventils 8 zur Ventilöffnungsseite hin durchgeführt, um das Abfallen der Motorleistung zu kompensieren.

Anschließend werden die Schritte S240, S242 und S244 nacheinander ausgeführt, die den Schritten S140, S142 und S144 in Fig. 8 entsprechen. In Schritt S240 wird ein Merker f (RF) auf "1" zurückgesetzt, der angibt, daß die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird. In Schritt S242 wird ein Zählwert C_{ST} , welcher die akkumulierte Zeit seit dem Startzeitpunkt der Wiederauffrischungszustandsbetätigung repräsentiert, aktualisiert. In Schritt S244 wird bestimmt, ob der Zählwert C_{ST} einen vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, welcher der vorbestimmten Zeit entspricht.

Wird in Schritt S244 beurteilt, daß der Zählwert C_{ST} nicht den vorbestimmten Wert X_c erreicht, kehrt die Steuerung zu Schritt S210 zurück. Wenn wieder in Schritt S216 geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, geht die Steuerung zu Schritt S220 weiter. Da der Merker f (RF) bereits auf "1" eingestellt worden ist, wodurch angegeben wird, daß die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird, ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S220 Ja und die Steuerung geht zu Schritt S234 weiter, wodurch die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird.

Sind die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb nicht erfüllt, obwohl die Wiederauffrischungszustandsbetätigung einmal gestartet worden ist, d. h. ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S216 Nein, geht die Steuerung zu Schritt S218 weiter, wo der Wert des Merkers f (RF) auf Null zurückgesetzt wird, und dann kehrt die Steuerung zu Schritt S210 zurück.

Ist der Wert des Merkers f (RF) einmal auf Null zurückgesetzt, ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S220 Nein, auch wenn in Schritt S216 wieder geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen. Die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wird daher wieder in und nach dem Schritt S224 ausgeführt.

Wird in Schritt S244 geurteilt, daß der Zählwert C_{ST} den vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, geht die Steuerung zu Schritt S246 weiter, der dem Schritt S32 in Fig. 2 entspricht, wo der Zählwert C_{ST} , die Fahrstrecke D , der Merker f (F) und der Merker f (RF) auf Null zurückgesetzt werden, und für die nächste Durchführung des Wiederauffrischungsbetriebs bereit sind. Damit endet die Wiederauffrischungssteuerroutine in den Fig. 12 und 13.

Als nächstes wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung erläutert.

Die Vorrichtung dieser Ausführungsform ist im wesentlichen in der gleichen Weise wie die dritte Ausführungsform ausgebildet und arbeitet auf dieselbe Weise. Die Vorrichtung dieser Ausführungsform unterscheidet sich jedoch von derjenigen der dritten Ausführungsform, bei der die Temperatur des NOx-Katalysators 13a durch Ausführen der Temperaturregelung des Verbrennungsgases durch eine Zündzeitpunkt Korrektur erhöht wird, darin, daß die Temperatur der NOx-Katalysatoreinrichtung durch Verbrennen des unverbrannten HC erhöht wird, der im Auspuffgas enthalten ist, indem eine Sekundärluft in das Auspuffgas eingeleitet wird.

Hinsichtlich dieses Unterschiedes weist, wie in Fig. 14 gezeigt, die Motorregelvorrichtung dieser Ausführungsform eine Sekundärlufteinführleitung 130 auf, die sich vom Luftreiniger 5 zur Auspuffleitung 14 erstreckt, und eine Luftpumpe 132, die auf halbem Weg in der Sekundärlufteinführleitung 130 installiert ist, um Sekundärluft der Auspuffleitung 14 zuzuführen, so daß Sekundärluft in die Auspuffleitung 14 in der erforderlichen Weise zugeführt wird. Die Pumpenleistung der Luftpumpe 132 kann durch Ändern des Pumpensteuerstromwertes oder ähnliches geregelt werden.

Als nächstes wird der Betrieb der in der Fig. 14 gezeigten Motorregelvorrichtung beschrieben.

Wird der Motor 1 gestartet, wird von der ECU 23 dieselbe Wiederauffrischungsteuerroutine wie in den Fig. 12 und 13 durchgeführt mit Ausnahme der Temperaturerhöhungszustandsbetätigungsschritte S324, S326 und S328, und der Wiederauffrischungszustandsbetätigungsschritte S334, S336 und S338, die in Fig. 15 gezeigt sind. Es wird daher kurz die Steuerung beschrieben, die anders ist als die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung.

Wird geurteilt, daß die geschätzte Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, noch nicht die vorbestimmte Menge erreicht, und daß die Batterie nicht gerade wieder angeschlossen worden ist (Schritte S210, S212 und S214 in Fig. 12), kehrt die Steuerung zu Schritt S210 zurück. Wird geurteilt, daß die Anhaftmenge die vorbestimmte Menge erreicht hat, oder daß die Batterie gerade wieder angeschlossen worden ist, wird bestimmt, ob die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zur gleichen Zeit zutreffen (Schritt S216). Ist dieses Beurteilungsergebnis Nein, wird der Wert des Merkers f (RF) auf "0" zurückgesetzt (Schritt S218). Ist dieses Beurteilungsergebnis Ja, wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung gestartet.

Bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wird zuerst in Schritt S324 in Fig. 15 eine Luftkraftstoffverhältniskorrektur in der gleichen Weise wie in Schritt S234 von Fig. 13 durchgeführt, so daß das Luftkraftstoffverhältnis in allen Zylindern des Motors 1 zur fetten Seite hin korrigiert wird, wodurch viel unverbranntes HC im Auspuffgas enthalten ist.

In Schritt S326 wird eine Zündzeitpunkt Korrektur in gleicher Weise wie in Schritt S224 in Fig. 13 durchgeführt, so daß der Zündzeitpunkt aller Zylinder derart korrigiert wird, daß er verzögert wird. Hierdurch wird die Temperatur des Auspuffgases erhöht.

In Schritt S328 wird die Luftpumpe 132 betätigt, so daß Sekundärluft, deren Menge aus einem (nicht gezeigten) Funktionsschaubild auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit N_e und des volumetrischen Wirkungsgrads η_v bestimmt wird, der Auspuffleitung 14 über die Sekundärluftzuführungsleitung 130 zugeführt wird. Zu dieser Zeit ist viel unverbranntes HC im Aus-

puffgas infolge der Ausführung der Luftkraftstoffverhältniskorrektur in Schritt S324 enthalten, und die Auspuffgastemperatur erreicht ferner einen hohen Temperaturbereich infolge der Ausführung der Zündzeitpunkt Korrektur in Schritt S326. Das unverbrannte HC verbrennt daher bei Anwesenheit von Sauerstoff in der Sekundärluft, wodurch die Auspuffgastemperatur ferner erhöht wird. Der Durchtritt dieses Hochtemperaturauspuffgases erhöht schnell die Temperatur TCAT des NOx-Katalysators 13a.

Danach wird solange, als die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, die oben beschriebene Temperaturerhöhungszustandsbetätigung fortgeführt. Wird geurteilt, daß die Katalysatortemperatur TCAT die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat, und daß eine voreingestellte Zeitdauer t_s seit dem Startzeitpunkt der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verstrichen ist (Schritte S230 und S232 in Fig. 12), wird die Wiederauffrischungszustandsbetätigung gestartet. Bei dieser Wiederauffrischungszustandsbetätigung wird wie bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung eine Luftkraftstoffverhältniskorrektur durchgeführt, um das Luftkraftstoffverhältnis aller Zylinder des Motors 1 zu fetten Seite hin zu korrigieren (Schritt S334 in Fig. 15), und dann wird eine Zündzeitpunkt Korrektur durchgeführt, um den Zündzeitpunkt aller Zylinder des Motors 1 dahingehend zu korrigieren, daß er verzögert wird (Schritt S336), und Sekundärluft wird in die Auspuffleitung 14 eingeleitet.

Die Wiederauffrischungszustandsbetätigung soll die Katalysatortemperatur TCAT auf der vorbestimmten Temperatur T_1 halten. In Schritt S338 wird daher die Leistung der Luftpumpe 132 abnehmend gesteuert, so daß die minimale Menge an Sekundärluft, die für die Verbrennung von unverbranntem HC erforderlich ist, der zum Halten der Katalysatortemperatur notwendig ist, zugeführt wird. Aus dem gleichen Grund kann das Korrekturmaß, das für die Luftkraftstoffverhältniskorrektur in Schritt S334 und/oder die Zündzeitpunkt Korrektur in Schritt S336 verwendet wird, auf einen Wert eingestellt werden, der niedriger ist als derjenige für die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung. Werden die Luftkraftstoffverhältniskorrektur, die Zündzeitpunkt Korrektur und die Zuführung der Sekundärluft schnell ausgeführt, ändert sich die Motorbetriebsbedingung, was zu einer Verschlechterung des Fahrverhaltens führt. Es ist daher vorzuziehen, daß das Luftkraftstoffkorrekturmaß, das Zündzeitpunkt Korrekturmaß und die Sekundärluftzuführmenge graduell verändert werden.

Wie oben beschrieben, bleibt bei der Wiederauffrischungszustandsbetätigung unverbranntes HC im Auspuffgas von den Zylindern infolge der Luftkraftstoffverhältniskorrektur zur fetten Seite hin in Schritt S334. Dieser verbleibende unverbrannte HC reagiert bei einer hohen Temperatur mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die verbrannt und vom NOx-Katalysator 13a entfernt werden. Die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen werden daher zuverlässig entfernt, ohne wieder am NOx-Katalysator 13a anzuhaften.

Als nächstes wird eine Motorregelvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die Vorrichtung dieser Ausführungsform hat mit den Vorrichtungen der dritten und vierten Ausführungsform gemeinsam, daß die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung zum Erhöhen der NOx-Katalysatortemperatur vor der Wiederauffrischungszustandsbetätigung durch-

geführt wird, unterscheidet sie jedoch von den Vorrichtungen der dritten und vierten Ausführungsform, bei denen die Zündzeitpunktkorrektur und die Versorgung der Sekundärluft (in einem breiten Sinn die Motorverbrennungsregelung) durchgeführt werden, darin, daß die NOx-Katalysatortemperatur erhöht wird, indem andere Mittel als die Motorverbrennungsregelung verwendet werden.

Hinsichtlich dieses Unterschieds weist, wie in Fig. 16 gezeigt, die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform einen Brenner 140 zum Erwärmen des NOx-Katalysators 13a auf. Der Brenner 140 umfaßt eine Kraftstoffeinspritzdüse 142, eine Zündeinrichtung 144 und eine Hilfsdüse 148, die unter der Steuerung der ECU 23 betrieben werden. Die Düsen 142 und 148 sind auf der stromaufwärts gelegenen Seite des NOx-Katalysators 13a angeordnet und mit einem (nicht gezeigten) Kraftstofftank über Kraftstoffleitungen 146 bzw. 149 verbunden. Vorzugsweise wird ein gleicher Benzin-kraftstoff wie derjenige, der dem Motor 1 zugeführt wird, den Düsen 142 und 148 zugeführt. Die Hilfsdüse 148 kann weggelassen werden. Wird sie weggelassen, sollte Kraftstoff ausreichend von der Kraftstoffeinspritzdüse 142 eingespritzt werden.

Die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform und der Motor, der unter der Steuerung der Vorrichtung betrieben wird, können in gleicher Weise wie diejenigen in Fig. 14 in anderer Hinsicht ausgebildet sein; die Ausgestaltung wird daher nicht erläutert.

Als nächstes wird der Betrieb der Motorregelungsvorrichtung der fünften Ausführungsform beschrieben.

Wird der Motor 1 gestartet, wird die gleiche Wiederauffrischungssteuerroutine wie diejenige in den Fig. 12 und 13 von der ECU 23 ausgeführt, mit Ausnahme des Temperaturerhöhungszustandsbetätigungsschrittes S424 und der Wiederauffrischungszustandsbetätigungsschritte S434 und S436, die in Fig. 17 gezeigt sind. Die Steuerung wird daher kurz beschrieben, soweit sie anders ist als die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung.

Wenn die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zur gleichen Zeit erfüllt sind, nachdem die geschätzte Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, die vorbestimmte Menge erreicht hat oder gerade nachdem die Batterie wieder angeschlossen worden ist, wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung gestartet.

Bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung werden in Schritt S424 in Fig. 17 die Kraftstoffeinspritzdüse 142 und die Zündeinrichtung 144 des Brenners 140 gesteuert. Infolgedessen wird der von der Düse 142 eingespritzte Kraftstoff gezündet, so daß der eingespritzte Kraftstoff bei Vorhandensein von Restsauerstoff verbrannt wird, der im Auspuffgas enthalten ist, wodurch der NOx-Katalysator 13a erwärmt wird, und die Temperatur T_{CAT} des NOx-Katalysators 13a erhöht sich schnell auf die vorbestimmte Temperatur T_1 . Um den von der Einspritzdüse 142 eingespritzten Kraftstoff besser zu verbrennen, kann ein (nicht gezeigtes) Luftansaugventil in der Nähe der Düse 142 installiert sein, so daß das Luftansaugventil in Verbindung mit der Betätigung der Düse 142 geöffnet ist.

Danach wird, solange die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung, welche die Betätigung des Brenners 140 zufolge hat, fortgeführt. Wird geurteilt, daß die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte

Temperatur T_1 erreicht hat, und daß eine voreingestellte Zeitdauer t_s seit dem Startzeitpunkt der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verstrichen ist, wird die Wiederauffrischungszustandsbetätigung gestartet.

Bei der Wiederauffrischungszustandsbetätigung arbeitet der Brenner 140 in Schritt S434, um die Katalysatortemperatur T_{CAT} auf der vorbestimmten Temperatur T_1 zu halten. Hierdurch werden die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen verbrannt und ausreichend entfernt. Zu dieser Zeit ist es vorteilhaft, daß die Menge an von der Düse 142 eingespritztem Kraftstoff auf die minimale Menge verringert wird, die notwendig ist, um die vorbestimmte Temperatur T_1 zu halten, indem die Öffnung der Kraftstoffeinspritzdüse 142 verringert wird. In Schritt S436 wird die Hilfsdüse 148 gesteuert. Hierdurch wird der von der Düse 148 eingespritzte Kraftstoff zwangsläufig im Auspuffgas gemischt. Infolgedessen enthält das durch den NOx-Katalysator 13a hindurchtretende Auspuffgas viel HC, der bei einer hohen Temperatur mit den Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen reagiert, die verbrannt und vom NOx-Katalysator 13a entfernt werden, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zuverlässig entfernt werden.

Gemäß dem oben beschriebenen Wiederauffrischungsbetrieb kann die NOx-Reinigungsfähigkeit des NOx-Katalysators 13a wieder hergestellt werden, ohne daß die Betriebsbedingung des Motors 1 verschlechtert wird.

Als nächstes wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die Vorrichtung dieser Ausführungsform hat mit der Vorrichtung der fünften Ausführungsform gemeinsam, daß die NOx-Katalysatortemperatur durch Verwendung anderer Mittel als die Motorverbrennungsregelung erhöht wird, die Vorrichtung unterscheidet sich von der Vorrichtung der fünften Ausführungsform, bei welcher der Brenner 140 zum Erwärmen des Katalysators verwendet wird, darin, daß eine Regelung für die Auspuffgasströmungsgeschwindigkeit als Katalysatortemperaturerhöhungseinrichtung durchgeführt wird.

Hinsichtlich dieses Unterschieds weist, wie in Fig. 18 gezeigt, die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform ein Drosselventil 160 auf, das auf der stromabwärts gelegenen Seite des NOx-Katalysators 13a in der Auspuffleitung 14 angeordnet ist, und eine Ventilantriebseinrichtung 162 zum Antrieb des Drosselventils unter der Steuerung der ECU 23. Das Drosselventil 160 wird in einem vorbestimmten Öffnungsbereich durch die Ventilantriebseinrichtung 162 geöffnet und geschlossen, wodurch die Querschnittsfläche des Durchtritts der Auspuffleitung geändert wird. Wird die Ventilantriebseinrichtung 162 nicht betätigt, ist die Öffnung des Drosselventils 160 und umgekehrt die Querschnittsfläche des Abgasedurchtritts maximiert, so daß ein normaler Auspuffvorgang ausgeübt wird.

Wie bei der fünften Ausführungsform ist eine Hilfskraftstoffeinspritzdüse 148 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des NOx-Katalysators 13a vorgesehen, um Kraftstoff dem NOx-Katalysator 13a zuzuführen. Diese Düse 148 ist mit einem (nicht gezeigten) Kraftstofftank über eine Kraftstoffleitung 149 verbunden.

Die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform und der Motor, der unter der Steuerung der Vorrichtung betrieben wird, können in der gleichen Weise wie diejenigen ausgebildet sein, die in Fig. 14 in anderer Hinsicht gezeigt sind; die Ausgestaltung wird daher

nicht erläutert.

Als nächstes wird der Betrieb der Motorregelungsvorrichtung der sechsten Ausführungsform beschrieben.

Wird der Motor 1 gestartet, wird die gleiche Wiederauffrischungssteuerroutine wie diejenige in den Fig. 12 und 13 von der ECU 23 ausgeführt, mit Ausnahme des Temperaturerhöhungszustandsbetätigungsschrittes S524 und der in Fig. 19 gezeigten Wiederauffrischungszustandsbetätigungsschritte S534 und S536. Es wird daher kurz die Steuerung beschrieben, soweit sie anders ist als die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung.

Treffen die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zu, nachdem die geschätzte Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die am NOx-Katalysator 13a anhaften, die vorbestimmte Menge erreicht hat, oder gerade nachdem die Batterie wieder angeschlossen worden ist, wird die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung gestartet.

Bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wird in Schritt S524 in Fig. 19 die Ventilantriebsvorrichtung 162 angesteuert, wodurch das Drosselventil 160 zur Ventilschließungsseite hin auf eine vorbestimmte Öffnung betätigt wird, was in eine Verringerung der Querschnittsfläche des Durchtritts der Auspuffleitung 14 führt. Infolgedessen neigt das Auspuffgas dazu, weniger durch das Drosselventil 160 hindurchzutreten, so daß die Strömungsgeschwindigkeit des Gesamtauspuffgases verringert wird. Dementsprechend wird die Verweilzeit des Auspuffgases im NOx-Katalysator 13a erhöht, so daß die Wärme des Auspuffgases leicht auf den NOx-Katalysator 13a übertragen wird. Durch diese Wärme wird der NOx-Katalysator 13a erhitzt und die Katalysatortemperatur T_{CAT} erreicht die vorbestimmte Temperatur T_1 .

Danach wird, solange die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung fortgesetzt, welche die Betätigung des Drosselventils 160 zufolge hat. Wird geurteilt, daß die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat, und daß eine voreingestellte Zeitdauer t_1 seit dem Startzeitpunkt der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verstrichen ist, wird die Wiederauffrischungszustandsbetätigung gestartet.

Bei der Wiederauffrischungszustandsbetätigung wird das Drosselventil 160 in Schritt S534 gesteuert, um die Temperatur des NOx-Katalysators 13a bei der vorbestimmten Temperatur T_1 zu halten. Vorzugsweise wird die Öffnung des Drosselventils 160 auf einen Wert eingestellt, der höher ist als eine vorbestimmte Öffnung bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung, wobei die vom Auspuffgas zum NOx-Katalysator 13a übertragene Wärmemenge nicht größer ist als die minimale Menge, die notwendig ist, um die Katalysatortemperatur T_{CAT} bei der vorbestimmten Temperatur T_1 zu halten.

In Schritt S536 wird die Kraftstoffeinspritzdüse 148 derart gesteuert, daß Kraftstoff zwangsweise im Auspuffgas von der Düse 148 gemischt wird. Hierdurch reagieren wie bei der fünften Ausführungsform die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die verbrannt und vom NOx-Katalysator 13a entfernt werden, mit HC, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zuverlässig entfernt werden. Die NOx-Reinigungsfähigkeit des NOx-Katalysators 13a kann daher ohne Verschlechterung der Betriebsbedingung des Motors 1 wieder hergestellt werden.

Die Motorregelungsverfahren der obigen dritten bis sechsten Ausführungsform können in verschiedener Weise modifiziert werden.

Obwohl die Menge an anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in der dritten bis sechsten Ausführungsform auf der Basis der Fahrstrecke D geschätzt wird, kann beispielsweise die Anhaftmenge auf der Basis der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge, der Ansaugluftakkumulationsmenge, der Laufzeit des Motors 1 oder ähnlichem geschätzt werden, wie in der ersten und zweiten Ausführungsform und ihren Modifikationen beschrieben wurde.

Auch wird in der dritten bis sechsten Ausführungsform nur dann, wenn alle Beurteilungsergebnisse im Betriebsbedingungsbestimmungsschritt S216, im Katalysatortemperaturbestimmungsschritt S230 und im Bestimmungsschritt S232 für die verstrichene Zeit Ja sind, der Zählwert Cst, welcher die akkumulierte Zeit repräsentiert, in Inkrementen erhöht. Alternativ kann wie bei der zweiten Ausführungsform der Zählwert Cst in Inkrementen erhöht werden, wenn nur die Beurteilungsergebnisse in den Schritten S216 und S230 Ja sind, oder wenn nur die Beurteilungsergebnisse in den Schritten S216 und S232 Ja sind, oder wenn nur das Beurteilungsergebnis in Schritt S216 Ja ist.

Auch wird in der dritten bis sechsten Ausführungsform der feststehende vorbestimmte Wert als Kriterium zum Beurteilen der Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen verwendet. Alternativ kann wie bei der zweiten Ausführungsform der vorbestimmte Wert, welcher ein Kriterium ist, variabel sein, so daß der vorbestimmte Wert graduell einen kleineren Wert annimmt, wenn die Anwendungszeit des NOx-Katalysators 13a ansteigt.

Obwohl in der dritten bis sechsten Ausführungsform der Fall beschrieben ist, wo die Regelungsvorrichtung bei einem Sechszylinder-V-Motor angewendet wird, kann die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsformen auf einen Motor irgendwelcher Art angewendet werden.

Ferner kann ein größerer Effekt durch Installation eines wärmeisolierenden Materials mit hohen Wärmeisolationseigenschaften um die Auspuffkrümmer 11a und 11b herum erwartet werden.

Als nächstes wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die Vorrichtung dieser Ausführungsform hat mit den Vorrichtungen der ersten bis sechsten Ausführungsform gemeinsam, daß dann, wenn die geschätzte Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die an der NOx-Katalysatoreinrichtung anhaften, eine erlaubte Grenze erreicht, die Katalysatoreinrichtung erwärmt wird, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Katalysatoreinrichtung zu entfernen. Die Vorrichtung unterscheidet sich von den Vorrichtungen der ersten bis sechsten Ausführungsform jedoch darin, daß die Länge der Auspuffleitung bei der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verringert wird, um die Katalysatoreinrichtung zu erwärmen.

Die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform ist grundsätzlich in gleicher Weise ausgebildet wie die Vorrichtung, die in Fig. 1 gezeigt ist, und kann auf einen Motor angewendet werden, der die gleiche Ausgestaltung hat wie der in Fig. 1 gezeigte Motor 1. Die Ausgestaltung der Motorregelungsvorrichtung und des Motors wird daher nicht erläutert.

Andererseits unterscheidet sich hinsichtlich des obigen

gen Unterschieds die Vorrichtung dieser Ausführungsform von der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung hinsichtlich der Ausgestaltung der Auspuffleitung, des NOx-Katalysators und der Peripherieelemente. Die Ausgestaltung der Auspuffleitung und seiner Peripherieelemente wird nachfolgend beschrieben.

Wie in Fig. 20 gezeigt, weist die Vorrichtung dieser Ausführungsform Auspuffleitungen (erste Auspuffkanäle) 14a und 14b, Bypassleitungen (zweite Auspuffkanäle) 130a und 130b und eine Auspuffleitung 127 anstelle der Auspuffleitung in Fig. 1 auf.

Die stromaufwärts gelegenen Enden der Auspuffleitungen 14a und 14b sind mit den Auspufföffnungen 10a und 10b des Motors 1 über die Auspuffkrümmer 11a bzw. 11b verbunden. Die Bypassleitung 130a, 130b ist parallel mit der Auspuffleitung 14a, 14b installiert, und die Leitungslänge ist kürzer als diejenige der Auspuffleitung 14a, 14b. Die Bypassleitung 130a, 130b zweigt von der Auspuffleitung 14a, 14b in der Nachbarschaft des Auslasses des Auspuffkrümmers 11a, 11b ab und verbindet sich mit der Auspuffleitung 14a, 14b unmittelbar vor dem NOx-Katalysator 113a, 113b.

Auf der stromabwärts gelegenen Seite der Auspuffleitungen 14a und 14b und der Bypassleitungen 130a und 130b sind die NOx-Katalysatoren 113a und 113b angeordnet, die dem NOx-Katalysator 13a in Fig. 1 entsprechen, und die Auspuffleitung 27 ist mit einem Dreiweg-Katalysator 13b versehen. Die Bezugszeichen 12a und 12b bezeichnen Luftkraftstoffverhältnissensoren, die an den Auspuffleitungen 14a bzw. 14b installiert sind.

In der Nachbarschaft der Eingänge der Bypassleitungen 130a und 130b sind Auswahlventile (Ventileinrichtung) 131a und 131b vorgesehen, um das Einströmen von Auspuffgas in die Bypassleitungen 130a bzw. 130b zu erlauben oder zu behindern. Die Bezugszeichen 132a und 132b bezeichnen Ventilantriebseinrichtungen zum Betätigen der Auswahlventile 131a und 131b unter der Steuerung der ECU 23. Weiterhin bezeichnen die Bezugszeichen 26a und 26b Katalysatortemperatursensoren, die dem Katalysatortemperatursensor 26 in Fig. 1 entsprechen.

Im normalen Betrieb des Motors 1 sind die Auswahlventile 131a und 131b geschlossen, so daß das Einströmen von Auspuffgas vom Motor 1 in die Bypassleitungen 130a und 130b verhindert wird und das Auspuffgas durch die Auspuffleitungen 14a und 14b hindurchtritt. Werden die Auswahlventile 131a und 131b durch die Ventilantriebseinrichtungen 132a und 132b geöffnet, strömt das meiste Auspuffgas in die NOx-Katalysatoren 113a und 113b über die Bypassleitungen 130a und 130b. Daraufhin wird das Hochtemperaturspuffgas, das gerade von den Auspufföffnungen 10a und 10b abgegeben wurde, zu den NOx-Katalysatoren 113a und 113b geleitet, so daß die NOx-Katalysatoren 113a und 113b durch das Hochtemperaturspuffgas erwärmt werden. Die NOx-Katalysatoren 113a und 113b sind nahe dem Motor 1 angeordnet, so daß sie auch durch die vom Motor 1 abgegebene Hitze erwärmt werden.

Auf der stromaufwärts gelegenen Seite der NOx-Katalysatoren 113a und 113b sind Kraftstoffeinspritzdüsen (Kraftstoffversorgungseinrichtung) 134a und 134b vorgesehen, die in Übereinstimmung mit dem Impulsstromsignal von der ECU 23 öffnen, um Kraftstoff (Benzin etc.) in Richtung der NOx-Katalysatoren 113a bzw. 113b einzuspritzen.

Als nächstes wird eine Motorregelungsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform beschrieben.

Wird der Motor 1 gestartet, wird die in den Fig. 21

und 22 gezeigte Wiederauffrischungssteuerroutine von der ECU 23 ausgeführt. Diese Steuerroutine ist ähnlich zu derjenigen, die in Fig. 2 gezeigt ist, oder zu derjenigen, die in den Fig. 7 und 8 gezeigt ist; diejenigen Schritte, die mit diesen Steuerroutinen gemeinsam sind, werden daher teilweise nicht beschrieben.

Direkt nach dem Motorstart wird in Schritt S610 geurteilt, der dem Schritt S10 in Fig. 2 entspricht, daß der Wert des Merkers f (F) nicht "1" ist, so daß die Schritte S611 und S612, welche den Schritten S11 und S12 von Fig. 2 entsprechen, nacheinander ausgeführt werden, wodurch die Menge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die an den NOx-Katalysatoren 13a und 13b anhaften, geschätzt wird.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S612 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Fahrstrecke D nicht weniger ist als der vorbestimmte Wert D₁, und hat daher die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Menge (erlaubte Grenze) erreicht, geht die Steuerung zu Schritt S616 weiter, welcher dem Schritt S16 in Fig. 2 entspricht, und zwar über den Schritt S613, welcher dem Schritt S13 in Fig. 2 entspricht. Ist das Bestimmungsergebnis in Schritt S612 Nein, d. h. erreicht die Fahrstrecke D nicht den vorbestimmten Wert D₁, geht die Steuerung zu Schritt S614 weiter, welcher dem Schritt S14 in Fig. 2 entspricht. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S614 Nein, d. h. wird geurteilt, daß die Batterie nicht gerade wieder angeschlossen worden ist, endet die Wiederauffrischungssteuerroutine. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S614 Ja, d. h. wird geurteilt, daß die Batterie gerade wieder angeschlossen worden ist, geht die Steuerung zu Schritt S616 über den Schritt S613 weiter.

In Schritt S616 wird wie im Schritt S16 in Fig. 2 bestimmt, ob die drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zur selben Zeit erfüllt sind, welche durch die Gleichungen (1), (2) und (3) repräsentiert sind.

Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S616 Nein, wird in Schritt S618, welcher dem Schritt S18 in Fig. 7 entspricht, der Merker f (RF) auf "0" zurückgesetzt, wodurch angegeben wird, daß der Wiederauffrischungsbetrieb nicht ausgeführt wird, und die Steuerung geht zu Schritt S610 zurück. Ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S616 Ja, d. h. sind alle drei Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb erfüllt, geht die Steuerung zu Schritt S620 weiter, welcher dem Schritt S120 in Fig. 7 entspricht, um den Wiederauffrischungsbetrieb zu starten (hier die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung). Zur selben Zeit wird das Zählen der verstrichenen Zeit seit dem Startzeitpunkt des Wiederauffrischungsbetriebs durch den Zeitzähler in der ECU 23 gestartet.

In Schritt S620 wird bestimmt, ob der Wert des Merkers f (RF) "1" ist. Gerade nachdem die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zugetroffen haben, bleibt der Wert des Merkers f (RF) auf "0" zurückgesetzt, so daß das Beurteilungsergebnis in Schritt S620 Nein ist, und die Steuerung geht zu Schritt S624 weiter.

In Schritt S624 liefert die ECU 23 ein Steuersignal zu den Ventilantriebseinrichtungen 132a und 132b, um die Auswahlventile 131a und 131b voll zu öffnen, um so die Temperaturen der NOx-Katalysatoren 113a und 113b auf die vorbestimmte Temperatur T₁ zu erhöhen (beispielsweise 650°C), die hoch genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu entfernen und von den NOx-Katalysatoren 113a und 113b zu entfernen.

Infolgedessen strömt das meiste Hochtemperaturspuffgas

puffgas, das gerade von den Auspufföffnungen 10a und 10b abgegeben worden ist, in die NOx-Katalysatoren 113a und 113b in kurzer Zeit über die Bypassleitungen 130a bzw. 130b. Das durch den NOx-Katalysator 113a, 113b hindurchgehende Auspuffgas hat daher eine höhere Temperatur als das Auspuffgas, das durch die Auspuffleitung 14a, 14b hindurchtritt, welche eine längere Entfernung im Normalbetrieb hat. Die NOx-Katalysatoren 113a und 113b werden durch dieses Hochtemperaturauspuffgas auf eine hohe Temperatur erwärmt, so daß die Temperatur T_{CAT} der NOx-Katalysatoren 113a und 113b die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht, die hoch genug ist, um die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu verbrennen und zu entfernen.

In Schritt S630 (der dem Schritt S130 in Fig. 7 entspricht) wird bestimmt, ob die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat. Ist dieses Beurteilungsergebnis Nein, kehrt die Steuerung zu Schritt S610 zurück. Wird in Schritt S630 geurteilt, daß die Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 erreicht hat, geht die Steuerung zu Schritt S632 weiter, der dem Schritt S132 in Fig. 7 entspricht, wo bestimmt wird, ob eine voreingestellte Zeitdauer t_s seit dem Startzeitpunkt der Temperaturerhöhungszustandsbetätigung verstrichen ist. Ist dieses Beurteilungsergebnis Nein, kehrt die Steuerung zu Schritt S610 zurück. Wird in Schritt S632 geurteilt, daß die voreingestellte Zeitdauer t_s verstrichen ist, wird die Wiederauffrischungszustandsbetätigung gestartet, um die Temperatur des NOx-Katalysators 113a, 113b auf der vorbestimmten Temperatur T_1 zu halten, um hierdurch die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu verbrennen und vom NOx-Katalysator 113a, 113b im wesentlichen perfekt zu entfernen.

In diesem Wiederauffrischungsbetrieb wird zuerst in Schritt S634 wie in Schritt S624 ein Steuersignal von der ECU 23 zu den Ventiltriebseinrichtungen 132a und 132b geliefert, um die Auswahlventile 131a bzw. 131b im geöffneten Zustand zu halten. Infolgedessen strömt das Auspuffgas in die NOx-Katalysatoren 113a und 113b über die Bypassleitungen 130a bzw. 130b, wodurch die NOx-Katalysatortemperatur T_{CAT} auf der vorbestimmten Temperatur T_1 gehalten wird, und die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen mit HC reagieren, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen verbrannt und in zufriedenstellender Weise entfernt werden.

Zu dieser Zeit kann, wenn das Betätigungsmaß der Ventiltriebseinheit 132a, 132b durch Ändern der Impulsbreite des Steuersignals von der ECU 23 geändert wird, die Menge des Auspuffgases, die durch die Bypassleitung 130a, 130b hindurchtritt, durch Verändern der Ventilöffnung des Auswahlventils 131a, 131b gesteuert werden. Ist die Auspuffgastemperatur viel höher als die vorbestimmte Temperatur T_1 , kann die Menge des Auspuffgases, die durch die Bypassleitung 130a, 130b hindurchtritt, durch Verringern der Ventilöffnung des Auswahlventils 131a, 131b verringert werden, so daß die NOx-Katalysatortemperatur T_{CAT} ordnungsgemäß auf der vorbestimmten Temperatur T_1 gehalten werden kann.

In Schritt S636 werden die Kraftstoffeinspritzdüsen 134a und 134b durch die ECU 23 gesteuert, so daß Kraftstoff einer vorbestimmten Menge von den beiden Düsen eingespritzt und zwangsläufig in das Auspuffgas eingeführt wird. Hierdurch enthält das Auspuffgas viel HC, und die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen reagieren daher mit diesem HC bei einer hohen

Temperatur, so daß die Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zuverlässig entfernt werden können, ohne daß sie wieder an den NOx-Katalysatoren 113a und 113b anhaften. Auch desoxidiert dieses HC das NOx, so daß das von den NOx-Katalysatoren 113a und 113b adsorbierte NOx zur selben Zeit entfernt werden kann.

Als nächstes werden die Schritte S640, S642 und S644, welche den Schritten S140, S142 und S144 in Fig. 8 entsprechen, nacheinander ausgeführt. In Schritt S640 wird ein Merker f (RF) auf "1" gesetzt, wodurch angegeben wird, daß die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird. In Schritt S642 wird ein Zählwert Cst aktualisiert, welcher die akkumulierte Zeit seit dem Startzeitpunkt der Wiederauffrischungszustandsbetätigung repräsentiert. In Schritt S644 wird bestimmt, ob der Zählwert Cst einen vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, welcher der vorbestimmten Zeit entspricht.

Wird in Schritt S644 geurteilt, daß der Zählwert Cst nicht den vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, kehrt die Steuerung zu Schritt S610 zurück. Wird in Schritt S616 wieder geurteilt, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen, geht die Steuerung zu Schritt S620 weiter. Da der Merker f (RF) schon auf "1" eingestellt worden ist, wodurch angegeben wird, daß die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird, ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S620 Ja, so daß die Steuerung zu Schritt S634 weitergeht und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung ausgeführt wird.

Treffen die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb nicht zu, obwohl die Wiederauffrischungszustandsbetätigung einmal gestartet wurde, ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S616 Nein, und die Steuerung geht zu Schritt S618 weiter, wo der Wert des Merkers f (RF) auf Null zurückgesetzt wird, und dann kehrt die Steuerung zu Schritt S610 zurück.

Ist der Wert des Merkers f (RF) einmal auf Null zurückgesetzt, ist das Beurteilungsergebnis in Schritt S620 Nein, auch wenn in Schritt S616 wieder geurteilt wird, daß die Bedingungen für den Wiederauffrischungsbetrieb zutreffen. Die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung wird daher wieder in Schritt S624 ausgeführt.

Wird in Schritt S644 geurteilt, daß der Zählwert Cst den vorbestimmten Wert X_c erreicht hat, geht die Steuerung zu Schritt S646, welcher dem Schritt S146 in Fig. 8 entspricht, wo der Zählwert Cst, die Fahrstrecke D , der Merker f (F) und der Merker f (RF) auf Null zurückgesetzt werden und für die nächste Ausführung des Wiederauffrischungsbetriebs bereit sind. Zur selben Zeit sind die Auswahlventile 131a und 131b geschlossen und die Kraftstoffeinspritzdüsen 134a und 134b deaktiviert. Die Wiederauffrischungssteuerroutine in den Fig. 21 und 22 endet damit.

Die oben beschriebene siebte Ausführungsform kann in verschiedener Weise modifiziert werden.

Beispielsweise werden in der siebten Ausführungsform, wenn geurteilt wird, daß sowohl die vom Katalysatortemperatursensor 26a erfaßte Katalysatortemperatur T_{CAT} als auch die vom Katalysatortemperatursensor 26b erfaßte Katalysatortemperatur T_{CAT} die vorbestimmte Temperatur T_1 in Schritt S630 in der Wiederauffrischungsteuerroutine erreichen, die Wiederauffrischungszustandsbetätigungen für beide NOx-Katalysatoren 113a und 113b zur gleichen Zeit ausgeführt. Alternativ kann die Wiederauffrischungszustandsbetätigung für den NOx-Katalysator 113a und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung für den NOx-Katalysator

113b unabhängig ausgeführt werden. In diesem wird die Beurteilung hinsichtlich der Katalysatortemperatur individuell auf der Basis des Erfassungssignals vom Katalysatortempersensor 26a oder dem Katalysatortempersensor 26b durchgeführt, und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung wird für jeden NOx-Katalysator 113a und 113b gemäß diesem Beurteilungsergebnis durchgeführt.

Auch wird in der siebten Ausführungsform Kraftstoff zwangsläufig von den Kraftstoffeinspritzdüsen 134a und 134b eingespritzt, um HC den NOx-Katalysatoren 113a und 113b während der Wiederauffrischungszustandsbetätigung zuzuführen. Das Zuführungsverfahren von HC ist jedoch nicht hierauf beschränkt. Beispielsweise kann der gleiche Effekt erreicht werden, indem das Luftkraftstoffverhältnis der dem Motor 1 zugeführten Mischung fett gemacht wird, so daß das Auspuffgas unverbranntes HC enthält.

Obwohl die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen auf der Basis der Fahrstrecke D in der siebten Ausführungsform geschätzt wird, kann die Anhaftmenge auf der Basis der Kraftstoffverbrauchsakkumulationsmenge, der Ansaugluftakkumulationsmenge, der Laufzeit des Motors 1 oder ähnliches geschätzt werden, wie in der ersten bis sechsten Ausführungsform und ihren Modifikationen beschrieben wurde.

In der siebten Ausführungsform wird nur, wenn alle Beurteilungsergebnisse im Betriebsbedingungsbestimmungsschritt S616, im Katalysatortemperaturbestimmungsschritt S630 und im Bestimmungsschritt S632 für die verstrichene Zeit Ja sind, der Zählwert Csr, welcher die akkumulierte Zeit repräsentiert, in Inkrementen erhöht. Alternativ kann wie in der zweiten bis sechsten Ausführungsform der Zählwert Csr in Inkrementen erhöht werden, wenn nur die Beurteilungsergebnisse in den Schritten S616 und S630 Ja sind, oder wenn nur die Beurteilungsergebnisse in den Schritten S616 und S632 Ja sind, oder wenn nur das Beurteilungsergebnis in Schritt S616 Ja ist.

Ferner wird in der siebten Ausführungsform der feststehende vorbestimmte Wert als Kriterium verwendet, um die Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen zu beurteilen. Alternativ kann wie in der zweiten Ausführungsform der vorbestimmte Wert, der ein Kriterium ist, variabel sein, so daß der vorbestimmte Wert einen graduell kleineren Wert annimmt, wenn sich die Anwendungszeit der NOx-Katalysatoren 113a und 113b erhöht.

Obwohl in der siebten Ausführungsform der Fall beschrieben ist, wo die Regelungsvorrichtung bei einem Sechszylinder-V-Motor angewendet wird, kann die Motorregelungsvorrichtung dieser Ausführungsform auf einen Motor irgendwelcher Art wie in der ersten bis sechsten Ausführungsform angewendet werden.

Auch kann ein größerer Effekt erwartet werden, indem ein Wärmeisolationmaterial mit hohen Wärmeisolationseigenschaften um die Auspuffkrümmer 11a und 11b installiert wird, wie dies bei den Modifikationen der dritten bis sechsten Ausführungsform der Fall ist.

Ferner ist die Motorregelungsvorrichtung der Erfindung nicht auf die erste bis siebte Ausführungsform und ihren Modifikationen beschränkt, sondern kann in verschiedener Weise geändert werden. Beispielsweise können die Schätzung der Menge der anhaftenden Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, die Temperaturerhöhungszustandsbetätigung und die Wiederauffrischungszustandsbetätigung in der ersten bis siebten

Ausführungsform und ihren Modifikationen in verschiedenster Weise kombiniert werden.

Die vorstehende Beschreibung ist lediglich als beispielhaft für die Grundsätze der Erfindung zu betrachten. Da ferner zahlreiche Modifikationen und Änderungen ohne weiteres für die Fachleute auf dem Gebiet auftreten können, ist es nicht erwünscht, die Erfindung auf die genaue Ausbildung und die gezeigten und beschriebenen Anwendungen zu beschränken. Demgemäß fallen alle geeigneten Modifikationen und Äquivalente in den Umfang der Erfindung, der durch die folgenden Ansprüche und ihre Äquivalente bestimmt wird.

Patentansprüche

1. Regelungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, die in einer Auspuffleitung angeordnet ist, um die Emission von Stickstoffoxiden in die Atmosphäre zu verringern, wobei die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung betreibbar ist, um Stickstoffoxide zu adsorbieren, die im Auspuffgas enthalten sind, welches von der Verbrennungskraftmaschine abgegeben wird, wenn der Motor in einem Magerverbrennungszustand ist, wo ein Luftkraftstoffverhältnis einer dem Motor zugeführten Luftkraftstoffmischung magerer ist als ein theoretisches Luftkraftstoffverhältnis, und um die adsorbierten Stickstoffoxide zu desoxidieren, wenn die Verbrennungskraftmaschine in einem Fettverbrennungszustand ist, wo das Luftkraftstoffverhältnis gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, gekennzeichnet durch:

eine Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 6) zum Schätzen einer Adsorptionsmenge der von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) adsorbierten Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) verringert, und zum Bestimmen, ob die geschätzte Adsorptionsmenge eine vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und

eine Katalysatorerwärmungseinrichtung (23a, 3a, 3b) zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) durch Erhöhen einer Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) durch Verändern einer Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine (1), so daß eine Auspuffgastemperatur ansteigt, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 6) urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat.

2. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25) eine Kraftstoffmengenakkumulationseinrichtung (23) zum Akkumulieren des Kraftstoffverbrauchs der Verbrennungskraftmaschine (1) aufweist, und urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn der akkumulierte Kraftstoffverbrauch (F), der von der Kraftstoffmengenakkumulationseinrichtung (23) berechnet wird, eine vorbestimmte Menge (F_i) erreicht.

3. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher die Verbrennungskraftmaschine (1) mit Kraft-

stoff von einem Kraftstoffeinspritzventil (3a, 3b) versorgt wird, das von einem impulsförmigen Steuerstrom gesteuert wird, wobei die Kraftstoffmengenakkumulationseinrichtung (23) eine Impulsbreite des Steuerstroms akkumuliert und der akkumulierte Kraftstoffverbrauch (F) auf der Basis der akkumulierten Impulsbreite berechnet wird.

4. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher die Kraftstoffmengenakkumulationseinrichtung (23) den Kraftstoffverbrauch nur akkumuliert, wenn die Verbrennungskraftmaschine (1) im Magerverbrennungszustand betrieben wird.

5. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 2, die ferner aufweist:

Eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26) zum Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); wobei die Kraftstoffmengenakkumulationseinrichtung (23) den Kraftstoffverbrauch nur akkumuliert, wenn die Temperatur (T_{CAT}) der katalytischen Einrichtung nicht höher ist als eine vorbestimmte Temperatur.

6. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25) eine Fahrstreckenakkumulationseinrichtung (23) zum Akkumulieren einer Fahrstrecke eines Fahrzeugs aufweist, auf dem die Verbrennungskraftmaschine (1) angeordnet ist, und urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn die akkumulierte Fahrzeugfahrstrecke (D) einen vorbestimmten Wert (D_1) erreicht.

7. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 6) eine Ansaugluftmengenakkumulationseinrichtung (23, 6) zum Erfassen und Akkumulieren einer Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine aufweist, und urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn die akkumulierte Ansaugluftmenge (A) einen vorbestimmten Wert (A_1) erreicht.

8. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) den Kraftstoff in der Nähe der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) verbrennt, indem die Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine derart geändert wird, daß Kraftstoff und Luft in das Auspuffgas geleitet werden, wodurch die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) durch Erhöhen der Auspuffgastemperatur erwärmt wird.

9. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 8, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) eine Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) zum Regeln des Luftkraftstoffverhältnisses der Luftkraftstoffmischung aufweist, die der Verbrennungskraftmaschine (1) zugeführt wird, und wobei die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) das Luftkraftstoffverhältnis in einem Teil (#2, #4, #6) der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine (1) auf einen Wert (RAF) regelt, der niedriger ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, um einen Fettverbrennungsbetrieb in diesem Teil der Zylinder auszuführen, und das Luftkraftstoffverhältnis in den übrigen Zylindern (#1, #3, #5) auf einen Wert (LAF) regelt, der höher ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, um einen Magerverbrennungsbe-

trieb in den übrigen Zylindern auszuführen, wodurch der Kraftstoff und Luft in das Auspuffgas geleitet werden.

10. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) ein durchschnittliches Luftkraftstoffverhältnis (AVAF) aller Zylinder der Verbrennungskraftmaschine (1) herstellt, das im wesentlichen gleich ist zum theoretischen Luftkraftstoffverhältnis, wenn die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) erwärmt ist.

11. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26) zum Erfassen einer Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) aufweist, und das Luftkraftstoffverhältnis derart regelt, daß die Temperatur (T_{CAT}) der Katalysatoreinrichtung bei einer vorbestimmten Temperatur (T_1) gehalten wird, nachdem die erfaßte Temperatur (T_{CAT}) der Katalysatoreinrichtung sich auf die vorbestimmte Temperatur (T_1) erhöht hat.

12. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 11, bei welcher die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) ein durchschnittliches Luftkraftstoffverhältnis (AVAF) aller Zylinder der Verbrennungskraftmaschine (1) herstellt, das im wesentlichen gleich ist dem theoretischen Luftkraftstoffverhältnis, bevor die erfaßte Temperatur (T_{CAT}) der Katalysatoreinrichtung die vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht, und das mittlere Luftkraftstoffverhältnis (AVAF) zu einer Seite hin korrigiert, die fetter ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, nachdem die vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht worden ist.

13. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Verbrennungskraftmaschine ein V-Motor (1) ist, und der Teil (#2, #4, #6) der Zylinder auf einer Reihenanordnungsseite (1b) des V-Motors ist, und die übrigen Zylinder (#1, #3, #5) auf der anderen Reihenanordnungsseite (1a) sind.

14. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) eine Zündzeitpunktregelungseinrichtung (23) zum Regeln des Zündzeitpunkts der Verbrennungskraftmaschine (1) aufweist, und wobei die Zündzeitpunktregelungseinrichtung (23) den Zündzeitpunkt des Teils (#2, #4, #6) der Zylinder verzögert, in denen der Fettverbrennungsbetrieb durchgeführt ist, und den Zündzeitpunkt der übrigen Zylinder (#1, #3, #5) vorstellt, in denen der Magerverbrennungsbetrieb durchgeführt wird.

15. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) eine Ansaugluftmengenregulierungseinrichtung (8) aufweist, und wobei die Ansaugluftmengenregulierungseinrichtung (8) eine Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine erhöht, wenn der Fettverbrennungsbetrieb im Teil (#2, #4, #6) der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine durchgeführt wird, und der Magerverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern (#1, #3, #5) durchgeführt wird.

16. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, welche ferner aufweist:
eine Feststellkupplung (40) die zwischen der Ver-

brennungskraftmaschine (1) und einem automatischen Getriebe (30) angeordnet ist; und eine Kupplungssteuereinrichtung (23, 60) zum Wechseln der Feststellkupplung (40) zwischen einem Verbindungszustand, in dem der Motor direkt mit dem automatischen Getriebe verbunden ist und einem entkoppelten Zustand, indem der Motor nicht direkt mit dem automatischen Getriebe verbunden ist;

wobei die Kupplungssteuereinrichtung (23, 60) die Feststellkupplung (40) während der Zeit entkoppelt, wenn die Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) durch die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) angehoben ist.

17. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, welche ferner aufweist:

eine Betriebsbedingungserfassungseinrichtung (23, 18, 6) zum Erfassen einer Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine;

wobei die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) erwärmt, wenn die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung (23, 18, 6) urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in einer vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist.

18. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 17, bei welcher die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung eine Abgastemperaturschätzeinrichtung (23, 26) zum Schätzen einer Abgastemperatur der Verbrennungskraftmaschine aufweist, und wobei die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung (23, 18, 6, 26) urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist, wenn die geschätzte Abgastemperatur nicht niedriger als eine vorbestimmte Temperatur (T_{EX}).

19. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 18, bei welcher die Abgastemperaturschätzeinrichtung eine Lastfassungseinrichtung (23, 18, 19, 6) zum Erfassen einer Last (L_e , η_v) der Verbrennungskraftmaschine (1) aufweist, und eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung (18, 23) zum Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine (1), und wobei die Abgastemperaturschätzeinrichtung (23, 26, 18, 19, 6) die Abgastemperatur auf der Basis der erfaßten Motorlast (L_e , η_v) und der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e) schätzt.

20. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 17, welche ferner aufweist:

eine Zeitmesseinrichtung (23) zum akkumulativen Messen einer Zeitdauer (C_{ST}), die während der Zeit verstrichen ist, wenn die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist, und wobei die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) erwärmt, bis die gezählte verstrichene Zeitdauer (C_{ST}) eine vorbestimmte Zeit (X_C) erreicht.

21. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 20, welche ferner aufweist:

eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26) zum Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); wobei die Zeitmesseinrichtung (23) die verstrichene Zeitdauer (C_{ST}) akkumulativ mißt, wenn die erfaßte

Temperatur (T_{CAT}) der Katalysatoreinrichtung nicht niedriger ist als eine vorbestimmte Temperatur (T_1).

22. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 20, bei welcher die Zeitmesseinrichtung (23) das akkumulative Messen der verstrichenen Zeitdauer (C_{ST}) von einem Moment an startet, wenn eine vorbestimmte Verzögerungszeit (t_s) verstrichen ist, nachdem die Betriebsbedingungserfassungseinrichtung urteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist.

23. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung eine Speichereinrichtung (23) zum Speichern der geschätzten Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen aufweist, solange die Speichereinrichtung (23) mit einer Leistungsquelle verbunden ist und Leistung von der Leistungsquelle zugeführt wird, und wobei die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) unabhängig von der geschätzten Adsorptionsmenge erwärmt, wenn die Leistungszufuhr von der Leistungsquelle zu der Speichereinrichtung (23) wieder gestartet wird, nachdem die Leistung nicht von der Leistungsquelle zu der Speichereinrichtung (23) geleitet wird.

24. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) die Auspuffgastemperatur erhöht, indem ein Verbrennungszustand der Verbrennungskraftmaschine (1) geändert wird.

25. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 24, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) eine Zündzeitpunktkorrektureinrichtung (23) zum Korrigieren des Zündzeitpunkts der Verbrennungskraftmaschine (1) aufweist, und die Zündzeitpunktkorrektureinrichtung (23) den Verbrennungszustand der Verbrennungskraftmaschine (1) durch Verzögern des Zündzeitpunkts der Verbrennungskraftmaschine (1) verändert.

26. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 25, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) eine Ansaugluftmengenkorrektureinrichtung (23, 8) zum Korrigieren der Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine (1) aufweist, und die Ansaugluftmengenkorrektureinrichtung (23, 8) die Ansaugluftmenge während der Zeit erhöht, wenn die Zündzeitpunktkorrektureinrichtung (23) den Zündzeitpunkt verzögert.

27. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 25, welche ferner aufweist:

eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung (18, 23) zum Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine (1); und

eine Erfassungseinrichtung (23, 6) für den volumetrischen Wirkungsgrad zum Erfassen eines volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) der Verbrennungskraftmaschine (1);

wobei die Zündzeitpunktkorrektureinrichtung (23) ein Verzögerungsmaß des Zündzeitpunkts auf der Basis der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e) und des erfaßten volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) einstellt.

28. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung ei-

ne Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26) zum Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) und eine Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) zum Regeln der Verbrennungskraftmaschine (1) aufweist, so daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in einem Fettverbrennungszustand betrieben wird, in welchem das Luftkraftstoffverhältnis der Luftkraftstoffmischung, welche der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird, gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, wenn die erfaßte Temperatur (T_{CAT}) der Katalysatoreinrichtung eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

29. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 3a, 3b) aufweist:

eine Luftkraftstoffregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) zum Regeln der Verbrennungskraftmaschine (1) derart, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in einem Fettverbrennungszustand betrieben wird, in welchem das Luftkraftstoffverhältnis der Luftkraftstoffmischung, die der Verbrennungskraftmaschine (1) zugeführt wird, gleich ist oder fetter als theoretische Luftkraftstoffverhältnis, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 6) urteilt, daß die Adsorptionsmenge der Reinigungs-fähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und

eine Sekundärluftzufuhreinrichtung (23, 130, 132) zum Zuführen von Sekundärluft zu einer stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) in der Auspuffleitung (14), wenn die Verbrennungskraftmaschine (1) derart geregelt ist, daß die Verbrennungskraftmaschine im Fettverbrennungszustand betrieben wird.

30. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 29, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26) zum Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) aufweist, und die Sekundärluftzufuhreinrichtung (23, 130, 132) eine Zufuhrmenge der Sekundärluft verringert, wenn die erfaßte Temperatur (T_{CAT}) der Katalysatoreinrichtung eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

31. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 29, welche ferner aufweist:

eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung (18, 23) zum Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine (1); und

eine Erfassungseinrichtung (23, 6) für den volumetrischen Wirkungsgrad zum Erfassen eines volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) der Verbrennungskraftmaschine (1);

wobei die Luftkraftstoffverhältnisregelungseinrichtung (23, 3a, 3b) das Luftkraftstoffverhältnis während der Zeit, in der die Verbrennungskraftmaschine (1) im Fettverbrennungszustand betrieben wird, auf der Basis der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e) und des erfaßten volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) einstellt.

32. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 29, welche ferner aufweist:

eine Umdrehungsgeschwindigkeitserfassungseinrichtung (18, 23) zum Erfassen einer Umdrehungs-

geschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine (1); und

eine Erfassungseinrichtung (23, 6) für den volumetrischen Wirkungsgrad zum Erfassen eines volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) der Verbrennungskraftmaschine (1);

wobei die Sekundärluftzufuhreinrichtung (23, 130, 132) eine Zufuhrmenge der Sekundärluft auf der Basis der erfaßten Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e) und des erfaßten volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) einstellt.

33. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung die Auspuffgastemperatur durch Ändern einer Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases erhöht.

34. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 33, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung aufweist:

ein Abgasdrosselventil (160), das an einer stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung in der Auspuffleitung installiert ist, um eine Fläche der Auspuffleitung zu ändern; und

wobei die Katalysatorerwärmungseinrichtung (23, 162) die Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases verändert, indem das Abgasdrosselventil (160) gesteuert wird, daß die Abgasdurchtrittsfläche verringert wird.

35. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 33, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung aufweist:

eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26) zum Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); und

eine Kraftstoffzufuhreinrichtung (148) zum Zuführen von Kraftstoff zur stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) in der Auspuffleitung (14), wenn die erfaßte Katalysatortemperatur (T_{CAT}) eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

36. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1, welche ferner aufweist:

eine Auspuffleitungslängenänderungseinrichtung (14a, 14b, 130a, 130b, 131a, 131b) zum Ändern einer Auspuffleitungslänge von der Auspufföffnung (10a, 10b) der Verbrennungskraftmaschine (1) zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b), so daß die Auspuffleitungslängenänderungseinrichtung (131a, 131b) derart gesteuert wird, daß, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 6) urteilt, daß die Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, die Auspuffleitungslänge kürzer ist als vor der Beurteilung, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wodurch die Temperatur der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) zugeführten Auspuffgases erhöht wird.

37. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 36, bei welcher die Auspuffleitungslängenänderungseinrichtung aufweist:

eine erste Auspuffleitung (14a, 14b), die wenigstens einen Teil der Auspuffleitung bildet, die sich von der Auspufföffnung (10a, 10b) der Verbrennungskraftmaschine (1) zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) erstreckt;

eine zweite Auspuffleitung (130a, 130b), die parallel zur ersten Auspuffleitung (14a, 14b) angeordnet und kürzer ist als die erste Auspuffleitung (14a, 14b); und

eine Ventileinrichtung (131a, 131b) zum Öffnen und Schließen der zweiten Auspuffleitung (130a, 130b); wobei die Abgaserwärmungseinrichtung die zweite Auspuffleitung (130a, 130b) unter Verwendung der Ventileinrichtung (131a, 131b) schließt, bevor die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 6) urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, und die Ventileinrichtung (131a, 131b) steuert, die zweite Auspuffleitung (130a, 130b) zu öffnen, wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung urteilt, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wodurch das Auspuffgas der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) über die zweite Auspuffleitung (130a, 130b) zugeführt wird.

38. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 36, bei welcher die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) nahe einem Körper (1) der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist.

39. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 36, bei welcher die Katalysatorerwärmungseinrichtung aufweist:

eine Katalysatortemperaturerfassungseinrichtung (26a, 26b) zum Erfassen der Temperatur (TCAT) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b), und

eine Kraftstoffzufuhreinrichtung (134a, 134b) zum Zuführen von Kraftstoff zu einer stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) in der Auspuffleitung (130a, 130b), wenn die erfaßte Katalysatortemperatur (TCAT) eine vorbestimmte Temperatur (T_i) erreicht.

40. Regelungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, die in einer Auspuffleitung angeordnet ist, um die Emission von Stickstoffoxiden in die Atmosphäre zu verringern, wobei die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung betreibbar ist, Stickstoffoxide zu adsorbieren, die im Auspuffgas enthalten sind, welches von der Verbrennungskraftmaschine abgegeben wird, wenn der Motor in einem Magerverbrennungszustand ist, wo ein Luftkraftstoffverhältnis einer dem Motor zugeführten Luftkraftstoffmischung magerer ist als ein theoretisches Luftkraftstoffverhältnis, und um die adsorbierten Stickstoffoxide zu desoxidieren, wenn die Verbrennungskraftmaschine in einem Fettverbrennungszustand ist, wo das Luftkraftstoffverhältnis gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, gekennzeichnet durch:

einen Brenner (140) der in der Nähe der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) angeordnet ist, um die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) zu erwärmen;

eine Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 26) zum Schätzen einer Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) verringert und von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) adsorbiert wird und zum Bestimmen, ob die geschätzte Adsorptionsmenge eine

vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und eine Katalysatorerwärmungseinrichtung (23) zum Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) durch Aktivieren des Brenners (140), wenn die Adsorptionsmengenschätzeinrichtung (23, 25; 23, 6) urteilt, daß die Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat.

41. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine zum Verringern der Emission von Stickstoffoxiden in die Atmosphäre, welches bewirkt, daß Stickstoffoxide, die in dem von der Verbrennungskraftmaschine abgegebenen Auspuffgas enthalten sind, von einer Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung adsorbiert werden, die in einer Auspuffleitung der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, wenn der Motor in einem Magerverbrennungszustand ist, wo ein Luftkraftstoffverhältnis einer dem Motor zugeführten Luftkraftstoffmischung magerer ist als ein theoretisches Luftkraftstoffverhältnis, und durch Desoxidieren der adsorbierten Stickstoffoxide mittels der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung, wenn die Verbrennungskraftmaschine in einem Fettverbrennungszustand ist, wo das Luftkraftstoffverhältnis gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

a) Schätzen einer Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen, welche die Stickstoffoxidadsorptionsfähigkeit der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) verringert und von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) adsorbiert wird, und Bestimmen (S12; S112; S1121; S1122; S1123; S212; S612), ob die geschätzte Adsorptionsmenge eine vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat; und

b) Entfernen der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen von der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) durch Erhöhen einer Temperatur (TCAT) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) durch Ändern (S18; S20, S22; S124, S126, S128, S134, S136, S138; S224, S226, S232, S236, S238; S324, S326, S328, S334, S336, S338; S424, S434, S436; S524, S534, S536; S624, S634, S636) einer Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine (1) derart, daß eine Auspuffgastemperatur erhöht wird, wenn in Schritt a) geurteilt wird, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat.

42. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt a) die folgenden Unterschritte enthält:

a1) Akkumulieren (S111) des Kraftstoffverbrauchs der Verbrennungskraftmaschine (1); und

a2) Urteilen (S112), daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn der akkumulierte Kraftstoffverbrauch (F), der im Unterschritt a1) berechnet wird, einen vorbestimmten Wert (F_i) erreicht.

43. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 42, bei welchem der Unterschritt a1) das Akkumulieren einer Impulsbreite eines Steuerstroms enthält, der einem Kraftstoffeinspritzventil (3a, 3b) zugeführt wird, welches an der Verbrennungskraftmaschine (1) installiert ist, und Berechnen des akkumulierten Kraftstoffverbrauchs auf der Basis der akkumulierten Impulsbreite. 5
44. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 42, bei welchem der Unterschritt a1) das Akkumulieren des Kraftstoffverbrauchs nur dann enthält, wenn die Verbrennungskraftmaschine (1) im Magerverbrennungszustand betrieben wird. 10
45. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 42, welches ferner den Unterschritt enthält: 15
- a3) Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b); wobei der Unterschritt a1) das Akkumulieren des Kraftstoffverbrauchs nur dann enthält, wenn die Temperatur der Katalysatoreinrichtung, die im Unterschritt a3) erfaßt wird, nicht höher ist als eine vorbestimmte Temperatur. 25
46. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt a) die Unterschritte enthält: 30
- a1) Bestimmen (S_{11} ; S_{1111} ; S_{211} ; S_{611}) eines akkumulierten Wertes (D) einer Fahrstrecke eines Fahrzeugs, an dem die Verbrennungskraftmaschine (1) befestigt ist; und
- a2) Beurteilen (S_{12} ; S_{1121} ; S_{212} ; S_{612}), daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn der akkumulierte Wert (D) der Fahrzeugfahrstrecke, die im Unterschritt a1) bestimmt wird, einen vorbestimmten Wert (D_1) erreicht. 35
47. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt a) die Unterschritte enthält: 40
- a1) Bestimmen (S_{1112}) eines akkumulierten Wertes (A) einer Ansaugluftmenge durch Erfassen der Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine (1); und 45
- a2) Urteilen (S_{1122}), daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht hat, wenn der akkumulierte Wert (A) der Ansaugluftmenge, welcher im Unterschritt a1) bestimmt wird, einen vorbestimmten Wert (A_1) erreicht. 50
48. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt b) das Verbrennen von Kraftstoff in der Nähe der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) enthält, indem (S_{18} ; S_{124} , S_{134} ; S_{234} ; S_{324} , S_{334}) die Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine (1) derart geändert wird, daß Kraftstoff und Luft in das Auspuffgas eingeleitet werden, wodurch die Auspuffgastemperatur erhöht wird, um die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) zu erwärmen. 55
49. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 48, bei welchem der Schritt b) das Regeln des Luftkraftstoffverhältnisses in einem Teil (#2, #4, #6) der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine (1) auf einen Wert (RAF) enthält, der niedriger ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, und das Regeln des Luftkraftstoffverhältnisses in den übrigen Zylindern (#1, #3, #5) auf einen Wert (LAF), der höher ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, wodurch der Fettverbrennungsbetrieb in dem Teil der Zylinder und der Magerverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern ausgeführt wird, um den Kraftstoff und die Luft in das Auspuffgas einzuleiten. 60
50. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 49, bei welchem der Schritt b) das Gleichmachen (S_{124}) eines mittleren Luftkraftstoffverhältnisses (AVAF) aller Zylinder der Verbrennungskraftmaschine im wesentlichen auf das theoretische Luftkraftstoffverhältnis enthält, wenn die Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) erwärmt ist.
51. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 49, bei welchem der Schritt b) die Unterschritte enthält: 65
- b1) Erfassen (S_{130}) der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); und
- b2) Regeln (S_{134}) des Luftkraftstoffverhältnisses derart, daß die Temperatur der Katalysatoreinrichtung (T_{CAT}) bei einer vorbestimmten Temperatur (T_1) gehalten wird, nachdem die im Unterschritt b1) erfaßte Temperatur der Katalysatoreinrichtung (T_{CAT}) sich auf die vorbestimmte Temperatur (T_1) erhöht hat.
52. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 51, bei welchem der Unterschritt b2) das Gleichmachen (S_{124}) des mittleren Luftkraftstoffverhältnisses (AVAF) aller Zylinder der Verbrennungskraftmaschine auf im wesentlichen das theoretische Luftkraftstoffverhältnis vor der Temperatur der Katalysatoreinrichtung (T_{CAT}), welche im Unterschritt b1) erfaßt wird, und Korrigieren des mittleren Luftkraftstoffverhältnisses (AVAF) zu einer Seite hin, die fetter ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, nachdem die vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht worden ist.
53. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 49, bei welchem der Schritt b) das Regeln des Luftkraftstoffverhältnisses für Zylinder (#2, #4, #6) auf einer Reihenordnungsseite (1b) eines V-Motors (1) auf einen Wert (RAF) hin enthält, der niedriger ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, und Regeln des Luftkraftstoffverhältnisses für Zylinder (#1, #3, #5) auf der anderen Reihenordnungsseite (1a) des V-Motors (1) auf einen Wert (LAF), der höher ist als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, wodurch (S_{18} ; S_{14} , S_{134}) der Fettverbrennungsbetrieb in den Zylindern der einen Reihenordnungsseite und der Magerverbrennungsbetrieb in den Zylindern auf der anderen Reihenordnungsseite durchgeführt wird.
54. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 49, welches ferner die Schritte enthält:
- c) Verzögern des Zündzeitpunkts des Teils (#2, #4, #6) der Zylindern, in welchen der Fettverbrennungsbetrieb durchgeführt wird, und Vorstellen des Zündzeitpunkts in den übrigen Zylindern (#1, #3, #5), in denen der Magerverbrennungsbetrieb durchgeführt wird

- (S20; S126, S136).
55. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 49, welches ferner den Schritt enthält:
- c) Erhöhen (S22; S128, S138) einer Ansaugluftmenge der Verbrennungskraftmaschine (1), wenn der Fettverbrennungsbetrieb in dem Teil (#2, #4, #6) der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine durchgeführt wird, und der Magerverbrennungsbetrieb in den übrigen Zylindern (#1, #3, #5) durchgeführt wird.
56. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 49, welches ferner den Schritt enthält:
- c) Entkoppeln (S122) eines Automatikgetriebes (30) von der Verbrennungskraftmaschine (1) mittels einer Feststellkupplung (40) während der Zeit, wenn die Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) in Schritt b) erhöht wird, wobei die Feststellkupplung (40) betätigbar ist, einen Verbindungszustand zwischen der Verbrennungskraftmaschine (1) und dem Automatikgetriebe (30) zwischen einem Verbindungszustand und einem entkoppelten Zustand zu wechseln.
57. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt b) die Unterschritte enthält:
- b1) Erfassen (S16; S116; S216; S616) einer Betriebsbedingung der Verbrennungskraftmaschine; und
 - b2) Erwärmen der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b), wenn geurteilt wird, daß die Verbrennungskraftmaschine in einer vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung (S16; S116; S216; S616) im Unterschritt b1) ist.
58. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 57, bei welchem der Unterschritt b1) die Unterschritte enthält:
- b11) Schätzen (S16; S116; S216; S616) einer Abgastemperatur der Verbrennungskraftmaschine; und
 - b12) Urteilen, daß die Verbrennungskraftmaschine in der vorbestimmten Mittel- und Schwerlastbetriebsbedingung ist, wenn die geschätzte Abgastemperatur nicht niedrige ist als eine vorbestimmte Temperatur.
59. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 58, bei welchem der Unterschritt b11) die Unterschritte enthält:
- b111) Erfassen einer Last (L_e , η_v) der Verbrennungskraftmaschine;
 - b112) Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine; und
 - b113) Schätzen der Abgastemperatur auf der Basis der Motorlast (L_e , η_v), welche im Unterschritt b111) erfaßt wird, und der Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e), welche im Unterschritt b112) erfaßt wird.
60. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 57, welches ferner den Unterschritt enthält:
- b3) akkumulatives Messen (S28; S142; S242; S642) einer Zeitdauer (C_{ST}), die während der Zeit verstrichen ist, wenn geurteilt wird, daß die Verbrennungskraftmaschine in der vorbe-

- stimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung ist;
- wobei der Schritt b2) das Erwärmen der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) enthält, bis (S30; S144; S244; S646) die verstrichene Zeitdauer (C_{ST}), welche in Schritt b3) gemessen wird, eine vorbestimmte Zeit (X_C) erreicht.
61. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 60, welches ferner den Unterschritt enthält:
- b4) Erfassen (S24; S130; S230; S630) der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b);
- wobei der Unterschritt b3) das akkumulative Messen der verstrichenen Zeitdauer (C_{ST}) enthält, wenn die Temperatur der Katalysatoreinrichtung (T_{CAT}), welche im Unterschritt b4) erfaßt wird, nicht niedriger ist als eine vorbestimmte Temperatur (T_1).
62. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 60, bei welchem der Unterschritt b3) das Starten des akkumulativen Messens der verstrichenen Zeitdauer (C_{ST}) von einem Moment an enthält, wenn eine vorbestimmte Verzögerungszeit (t_s) verstrichen ist, nachdem geurteilt wird (S16; S116; S216; S616), daß die Verbrennungskraftmaschine in der vorbestimmten Mittel- oder Schwerlastbetriebsbedingung im Unterschritt b1) ist.
63. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, welches ferner die Schritte enthält:
- c) Speichern der geschätzten Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen;
 - d) Erwärmen der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a; 113a, 113b) unabhängig von der geschätzten Adsorptionsmenge, wenn das Speichern der geschätzten Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen wieder möglich wird (S14; S114; S214; S614), nachdem die Speicherung der geschätzten Adsorptionsmenge der Reinigungsfähigkeitsverringersubstanzen in Schritt c) unmöglich geworden ist.
64. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt b) das Erhöhen der Auspuffgastemperatur durch Ändern (S224) eines Verbrennungszustandes der Verbrennungskraftmaschine enthält.
65. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 64, bei welchem der Schritt b) das Ändern (S224) des Verbrennungszustandes der Verbrennungskraftmaschine durch Verzögern des Zündzeitpunkts der Verbrennungskraftmaschine enthält.
66. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 65, welches ferner den Schritt enthält:
- c) Erhöhen (S226) einer Ansaugluftmenge während der Zeit, wenn der Zündzeitpunkt der Verbrennungskraftmaschine in Schritt b) verzögert wird.
67. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 65, welches ferner die Schritte enthält:
- c) Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine; und
 - d) Erfassen eines volumetrischen Wirkungs-

grads (η_v) der Verbrennungskraftmaschine; wobei Schritt b) das Einstellen (S226) eines Verzögerungsmaßes des Zündzeitpunkts auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e) welche im Schritt c) erfaßt wird, und des volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) enthält, welcher in Schritt d) erfaßt wird.

68. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, welches ferner die Schritte enthält:

- c) Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); und
- d) Regeln (S134; S234; S334) der Verbrennungskraftmaschine derart, daß die Verbrennungskraftmaschine in einem Fettverbrennungszustand betrieben wird, in welchem das Luftkraftstoffverhältnis der Luftkraftstoffmischung, welche der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird, gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, wenn die Temperatur der Katalysatoreinrichtung (T_{CAT}), welche in Schritt c) erfaßt wird, eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

69. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt b) die Unterschritte enthält:

- b1) Regeln (S324, S334) der Verbrennungskraftmaschine derart, daß die Verbrennungskraftmaschine in einem Fettverbrennungszustand betrieben wird, in welchem das Luftkraftstoffverhältnis der Luftkraftstoffmischung, welche der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird, gleich ist oder fetter als das theoretische Luftkraftstoffverhältnis, wenn geurteilt wird (S212), daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge in Schritt a) erreicht hat; und
- b2) Zuführen (S328, S338) von Sekundärluft zu einer stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) in der Auspuffleitung (14), wenn die Verbrennungskraftmaschine im Unterschritt b1) derart geregelt wird, daß die Verbrennungskraftmaschine im Fettverbrennungszustand betrieben wird.

70. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 69, bei welchem der Schritt b) den Unterschritt enthält:

- b3) Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); wobei der Unterschritt b2) das Verringern (S338) einer Zufuhrmenge der Sekundärluft enthält, wenn die Temperatur der Katalysatoreinrichtung (T_{CAT}), welche im Unterschritt b3) erfaßt wird, eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

71. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 69, welches ferner die Schritte enthält:

- c) Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit der Verbrennungskraftmaschine; und
- d) Erfassen eines volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) der Verbrennungskraftmaschine; wobei der Unterschritt b1) das Einstellen (S324, S334) des Luftkraftstoffverhältnisses während der Zeit, in der die Verbrennungskraftmaschine im Fettverbrennungszustand betrieben wird, auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e), welche in Schritt c) erfaßt wird, und des volumetri-

schen Wirkungsgrads (η_v), welcher in Schritt d) erfaßt wird.

72. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 69, welches ferner die Schritte enthält:

- c) Erfassen einer Umdrehungsgeschwindigkeit (N_e) der Verbrennungskraftmaschine; und
- d) Erfassen eines volumetrischen Wirkungsgrads (η_v) der Verbrennungskraftmaschine;

wobei der Schritt b2) das Einstellen (S328) einer Zufuhrmenge der Sekundärluft auf der Basis der Motorumdrehungsgeschwindigkeit (N_e) enthält, welche in Schritt c) erfaßt wird, und des volumetrischen Wirkungsgrads (η_v), der in Schritt d) erfaßt wird.

73. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt b) das Erhöhen (S524, S534) der Auspuffgastemperatur durch Ändern einer Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases enthält, welches von der Verbrennungskraftmaschine abgegeben wird.

74. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 73, bei welchem der Schritt b) das Ändern (S524, S534) der Strömungsgeschwindigkeit des Auspuffgases durch Verringern einer Durchtrittsfläche auf einer stromabwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) in der Auspuffleitung (14) enthält.

75. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 73, welches ferner die Schritte enthält:

- c) Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a); und
- d) Zuführen (S536) von Kraftstoff zu einer stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (13a) in der Auspuffleitung (14), wenn die in Schritt c) erfaßte Katalysatortemperatur (T_{CAT}) eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

76. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 41, bei welchem der Schritt b) das Verkürzen (S624, S634) einer Auspuffleitungslänge von einer Abgasöffnung (10a, 10b) der Verbrennungskraftmaschine zur Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) im Vergleich zu derjenigen umfaßt, die vor der Beurteilung vorliegt, daß die vorbestimmte Adsorptionsmenge erreicht worden ist, wenn geurteilt wird, daß die geschätzte Adsorptionsmenge die vorbestimmte Adsorptionsmenge in Schritt a) erreicht hat, wodurch die Temperatur des Auspuffgases, welches der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) zugeführt wird, erhöht wird.

77. Regelungsverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 76, welches ferner die Schritte enthält:

- c) Erfassen der Temperatur (T_{CAT}) der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b); und
- d) Zuführen (S636) von Kraftstoff zu einer stromaufwärts gelegenen Seite hinsichtlich der Abgasreinigungskatalysatoreinrichtung (113a, 113b) in der Auspuffleitung (14a, 14b, 130a, 130b), wenn die Katalysatortemperatur (T_{CAT}), welche in Schritt c) erfaßt wird, eine vorbestimmte Temperatur (T_1) erreicht.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

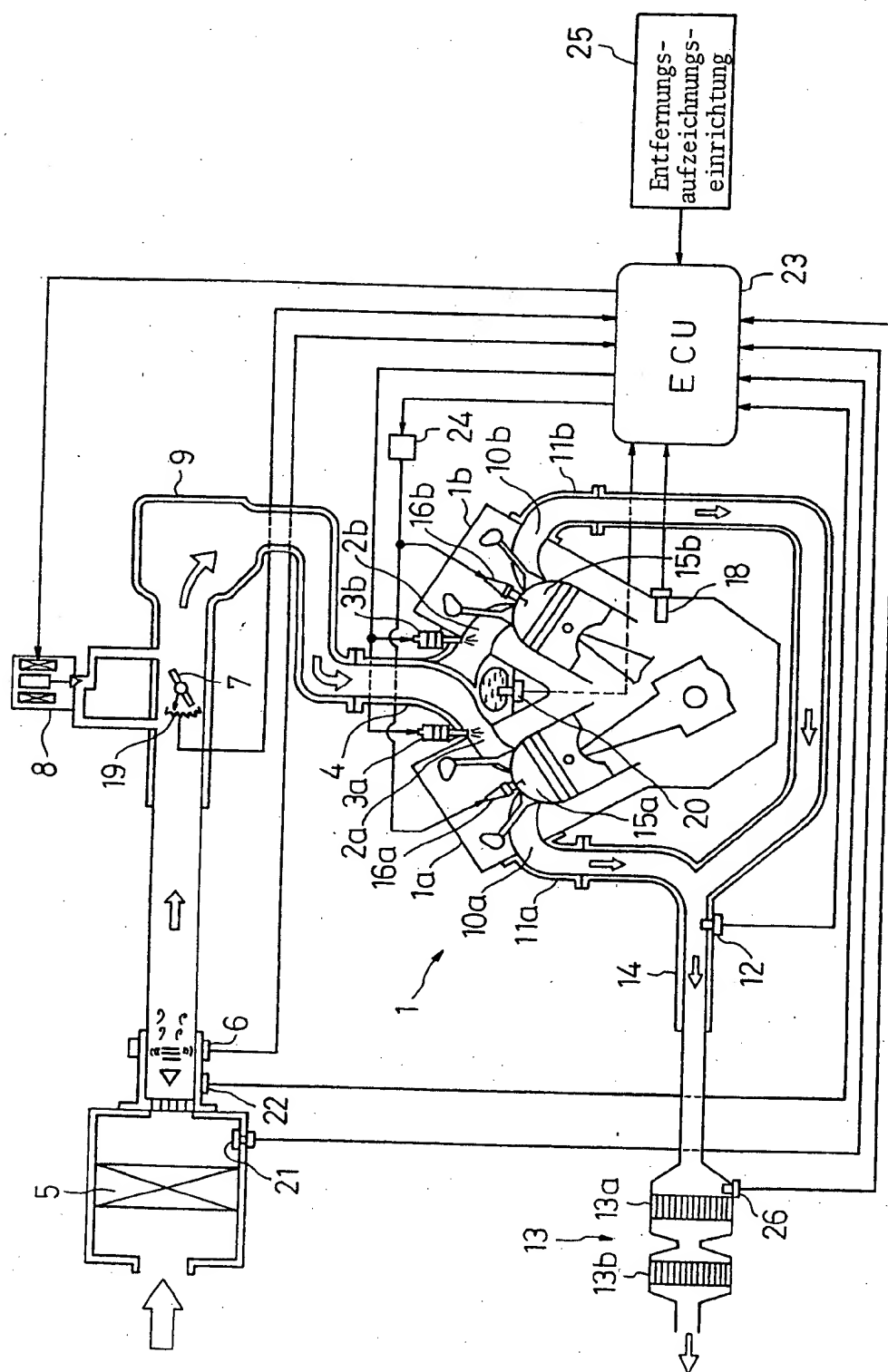


FIG. 2

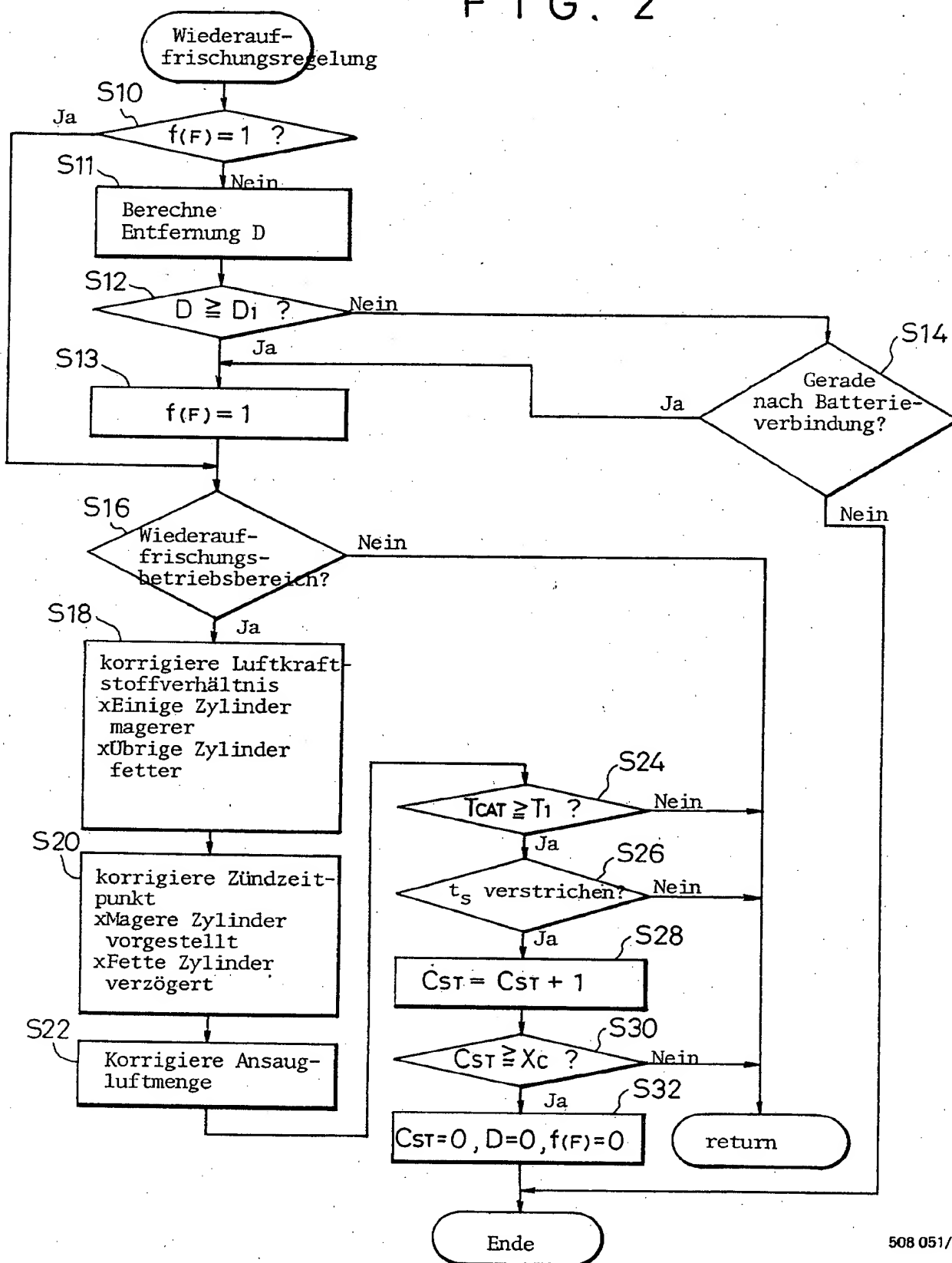


FIG. 3

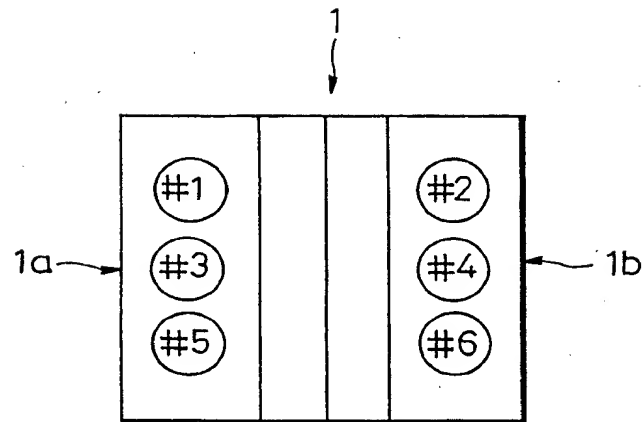


FIG. 4

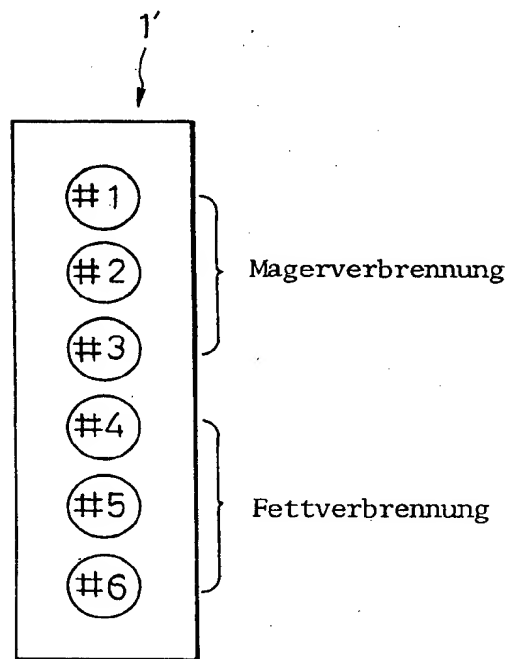


FIG. 5

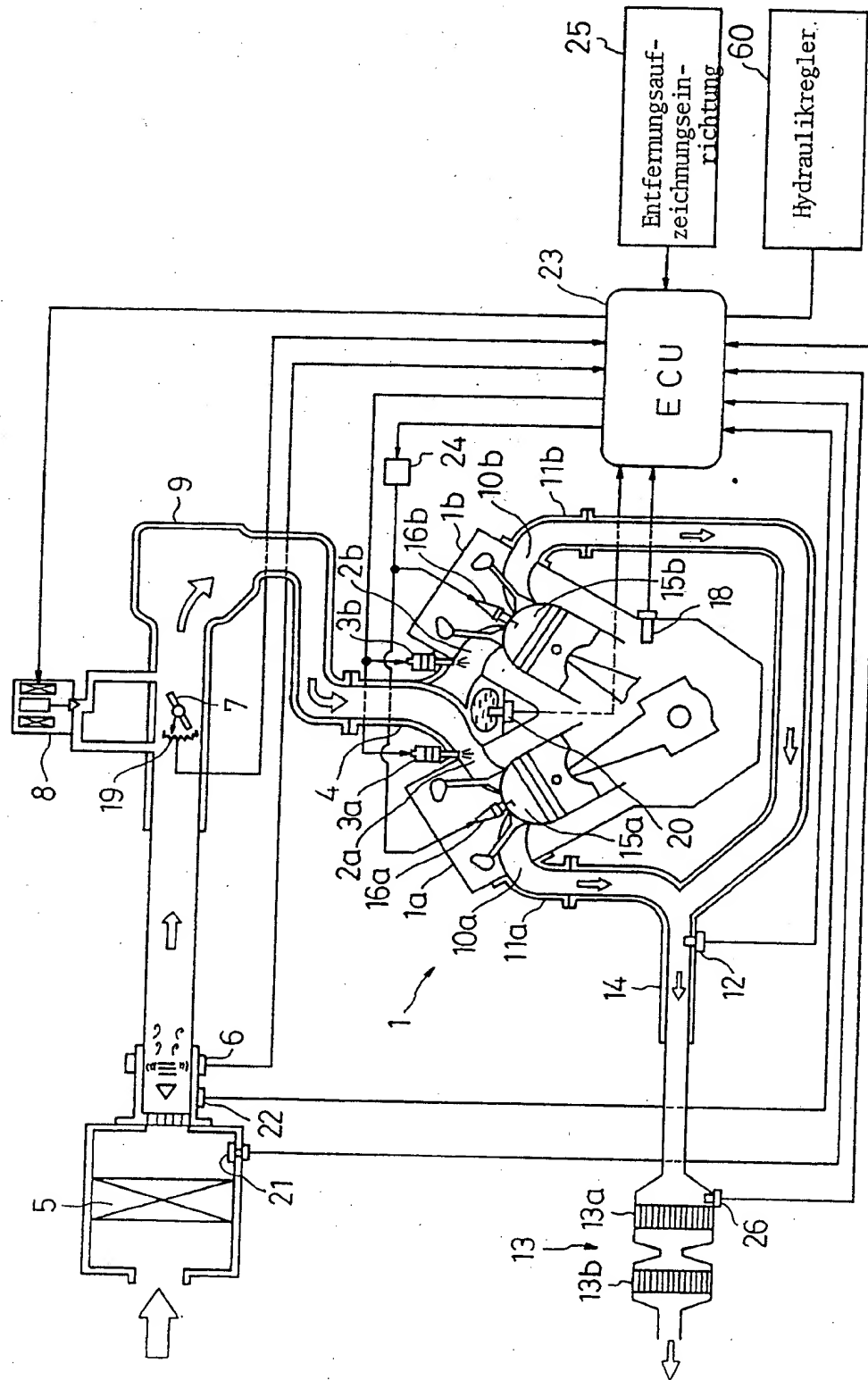


FIG. 6

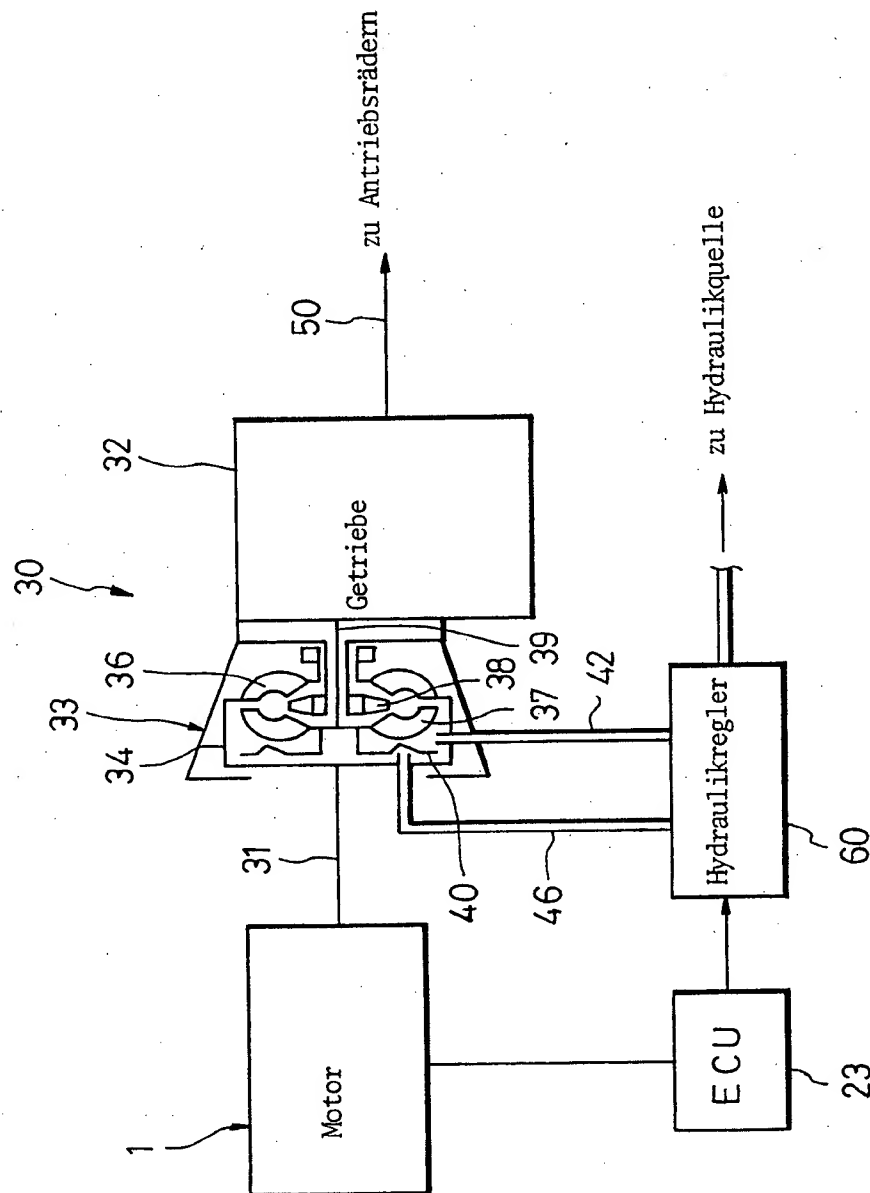


FIG. 7

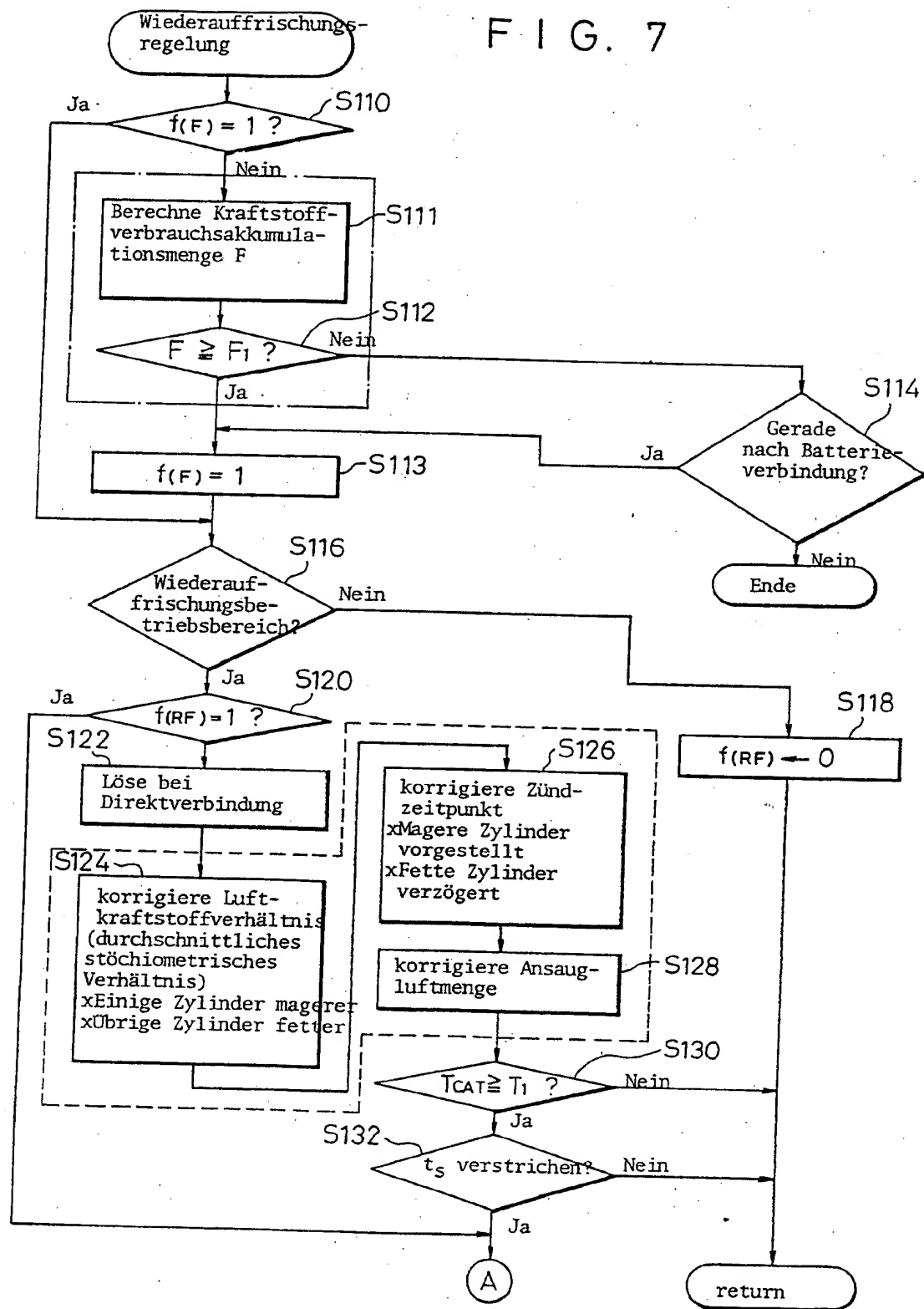


FIG. 8

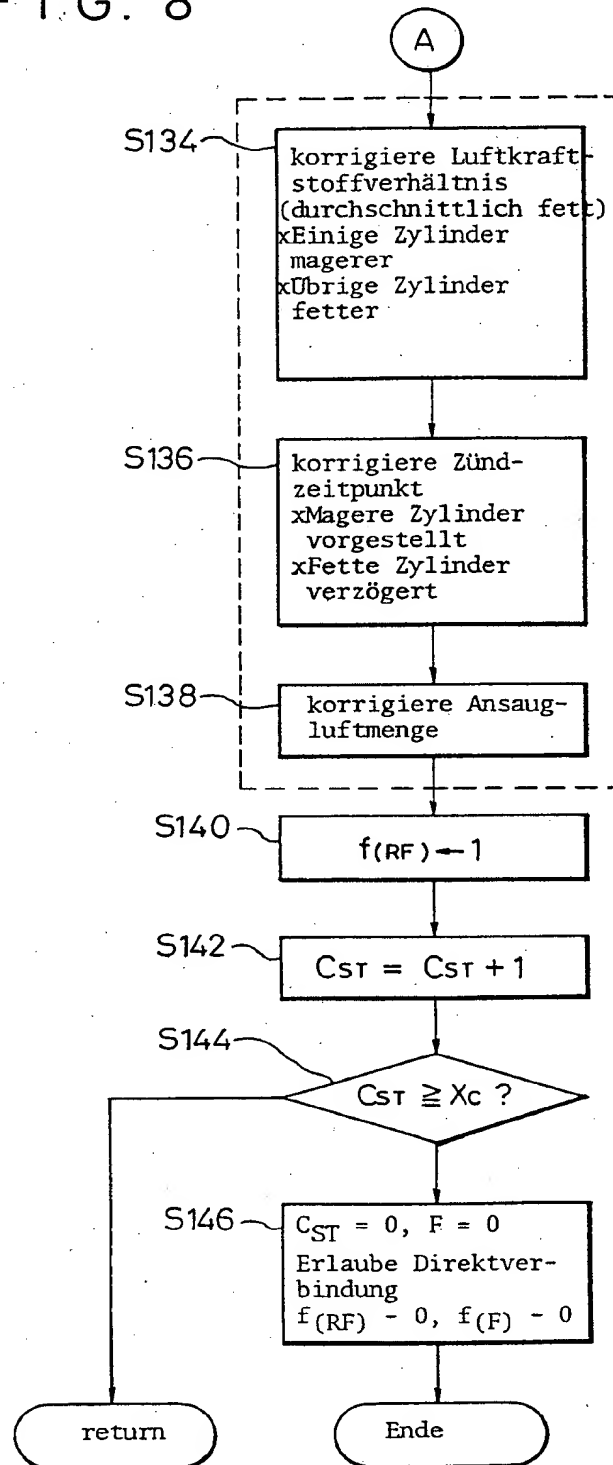


FIG. 9

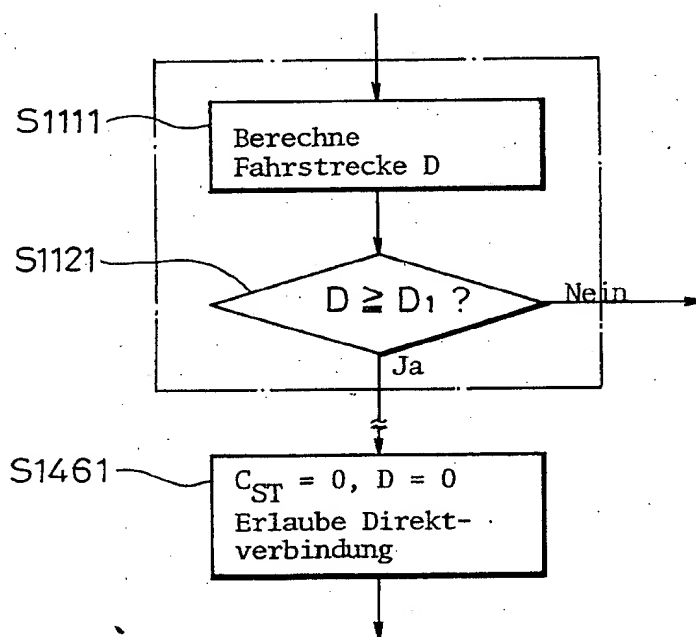


FIG. 10

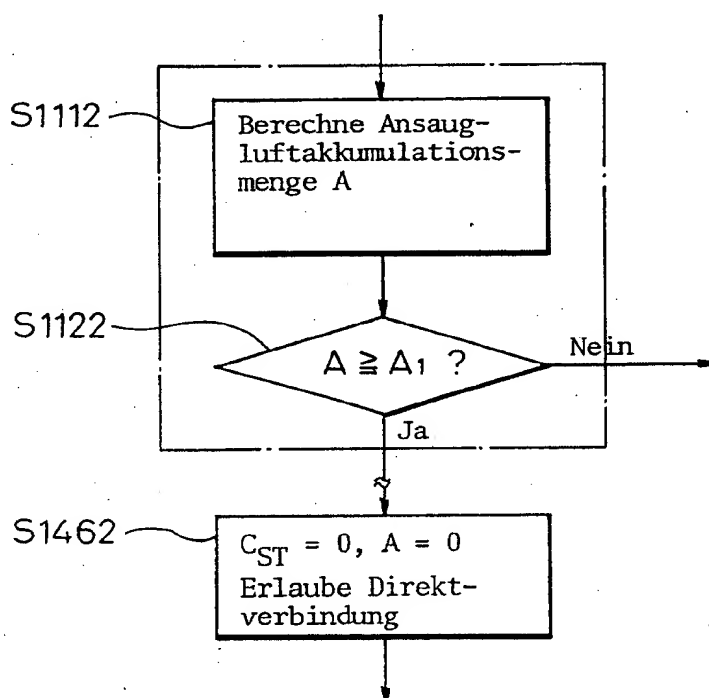


FIG. 11

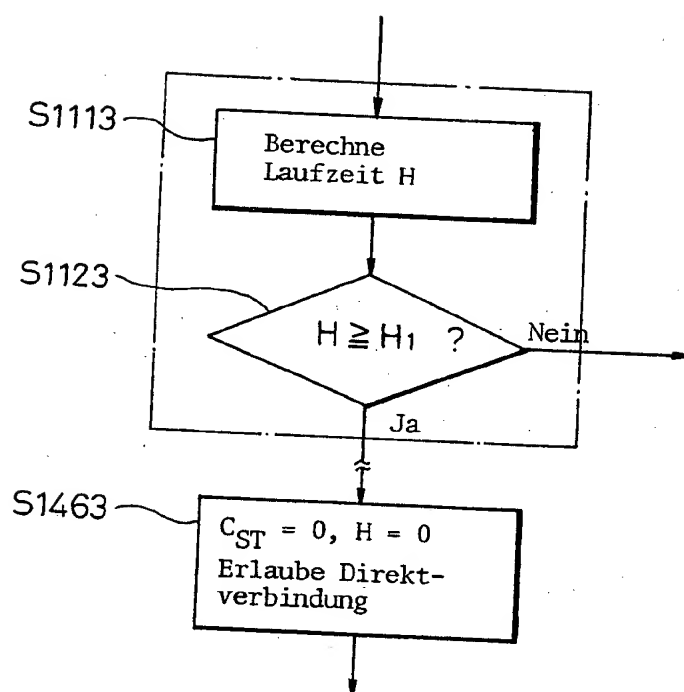


FIG. 12

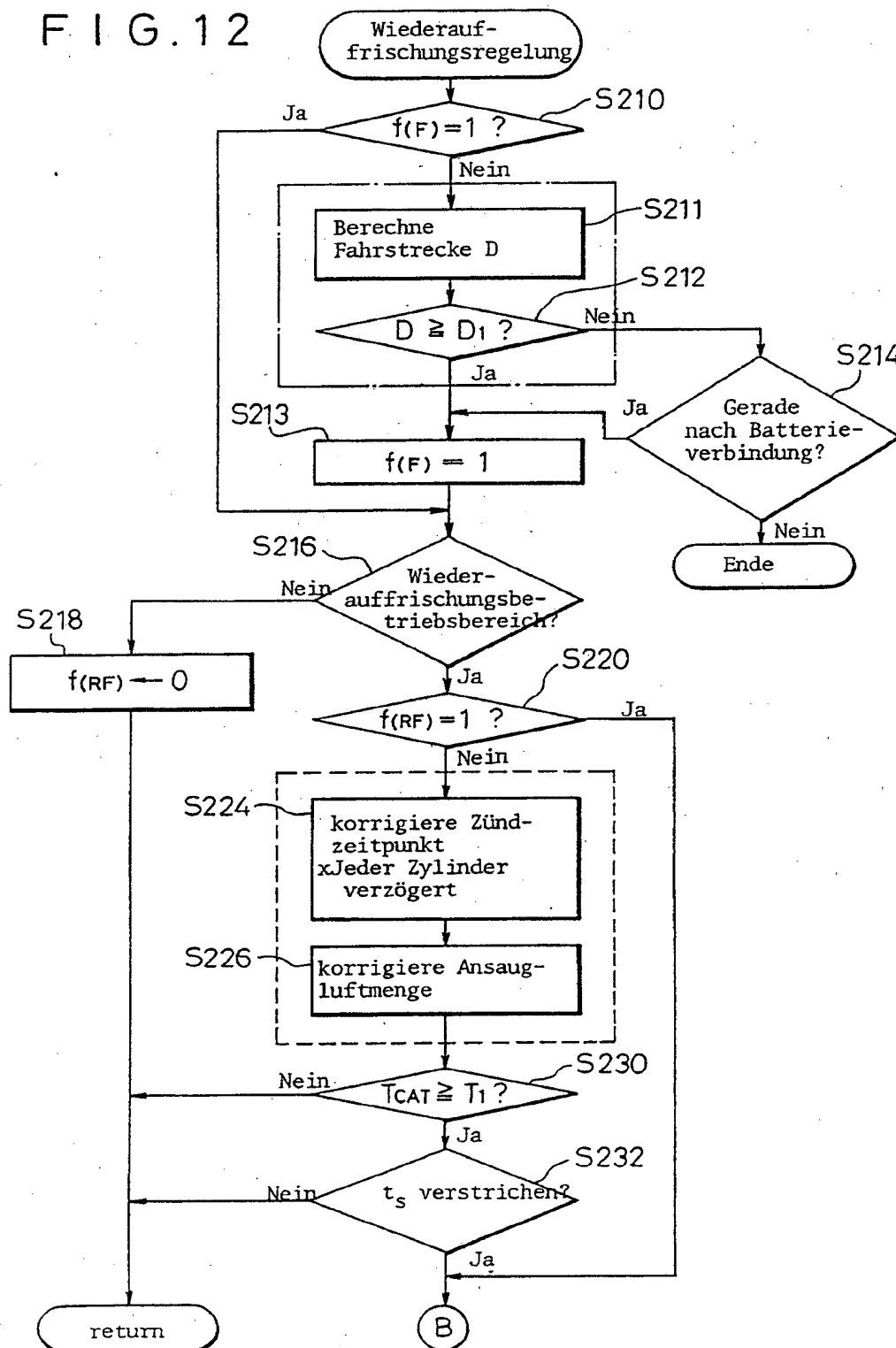


FIG. 13

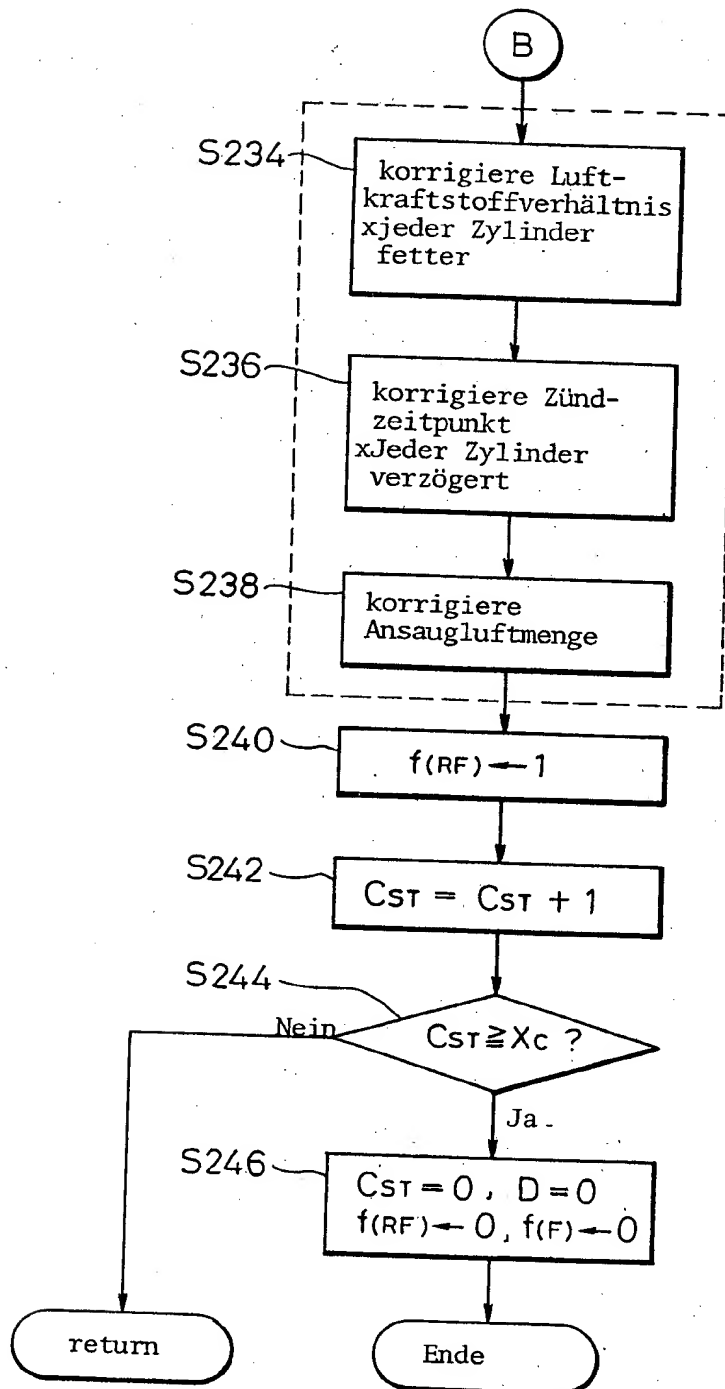


FIG. 14

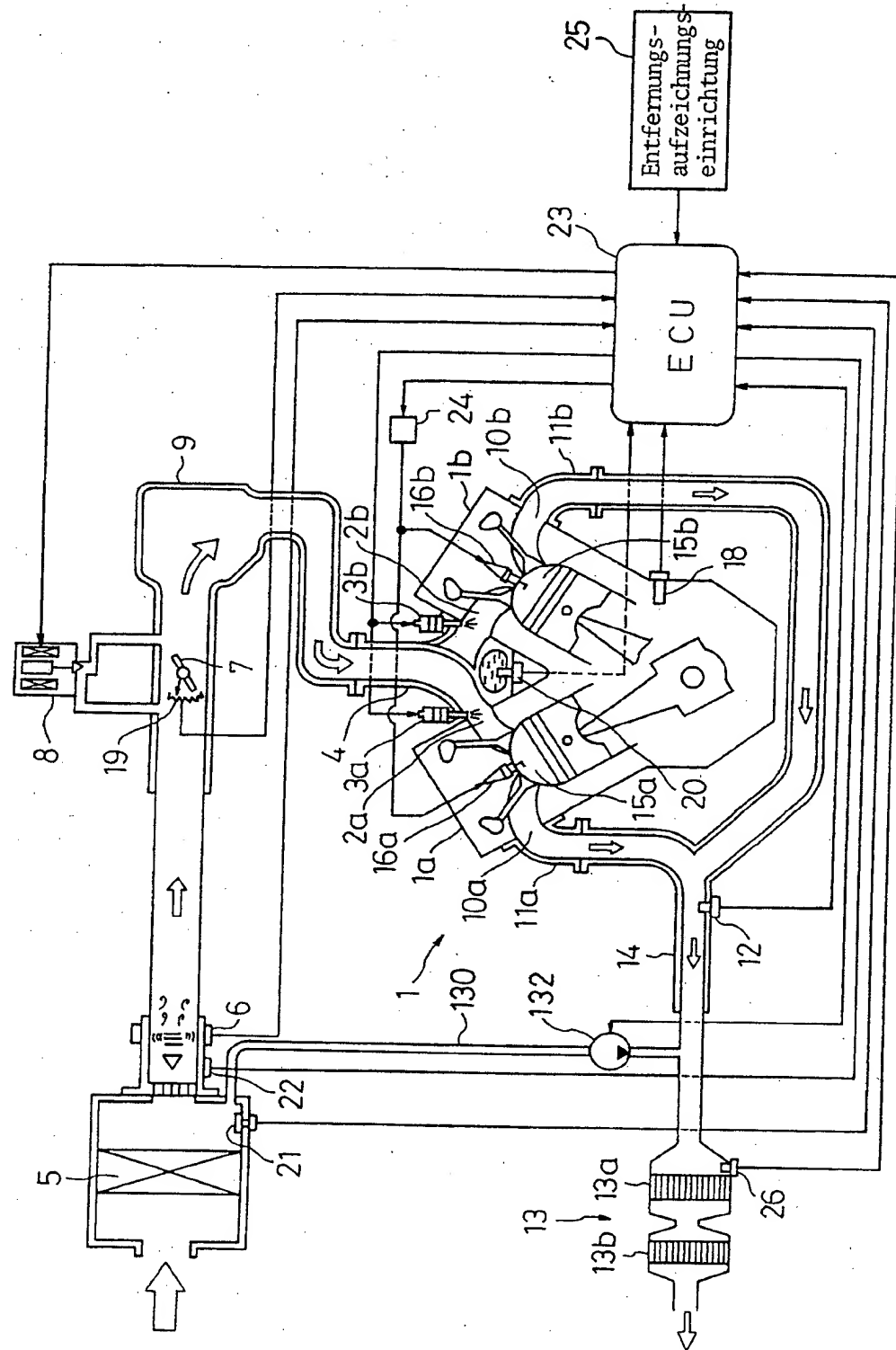


FIG. 15

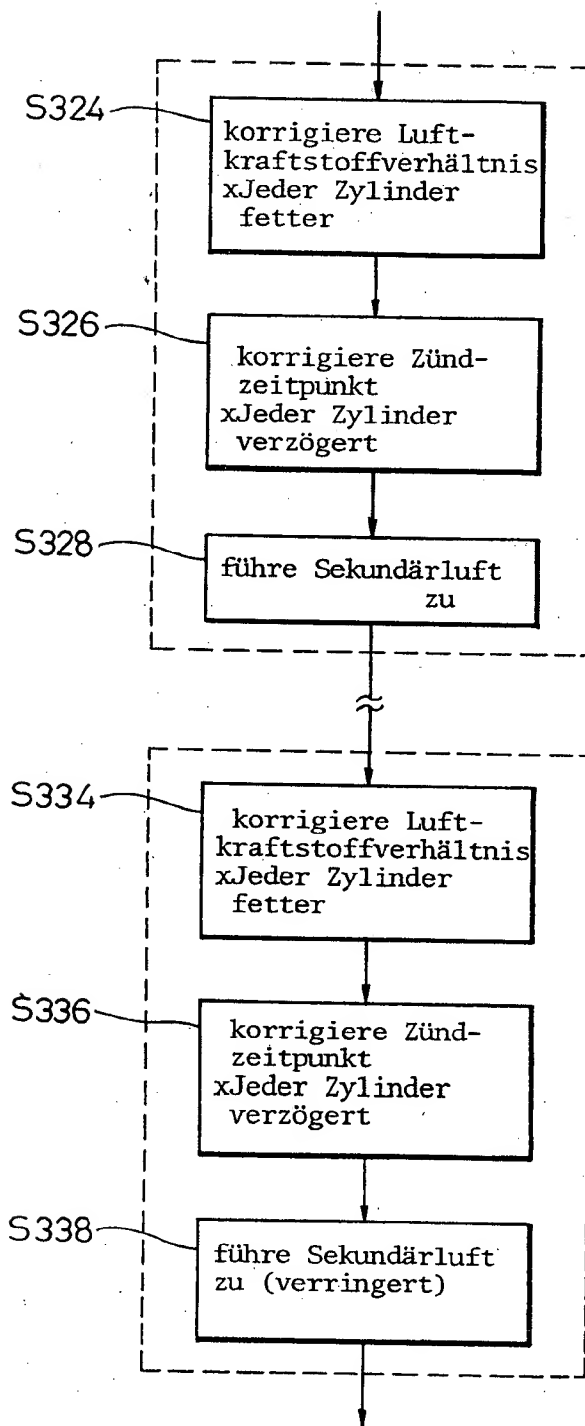


FIG. 16

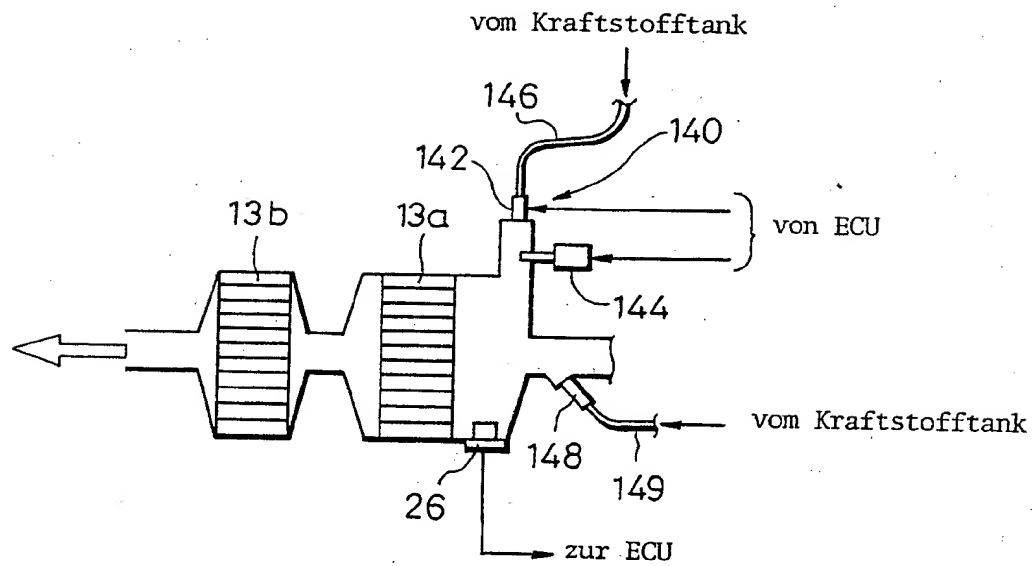


FIG. 17

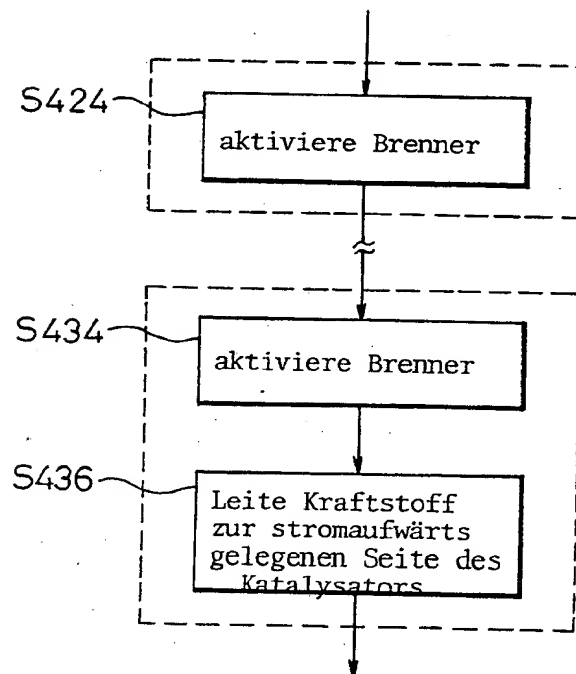


FIG. 18

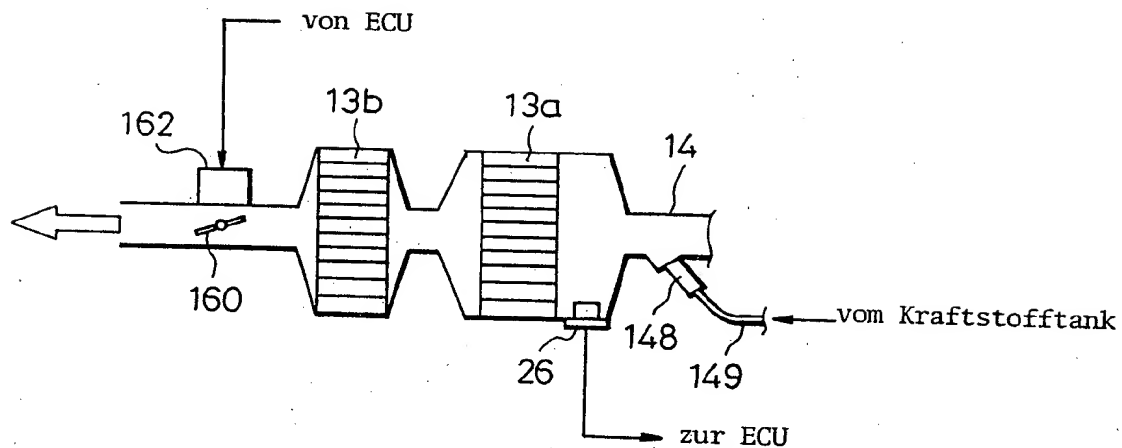


FIG. 19

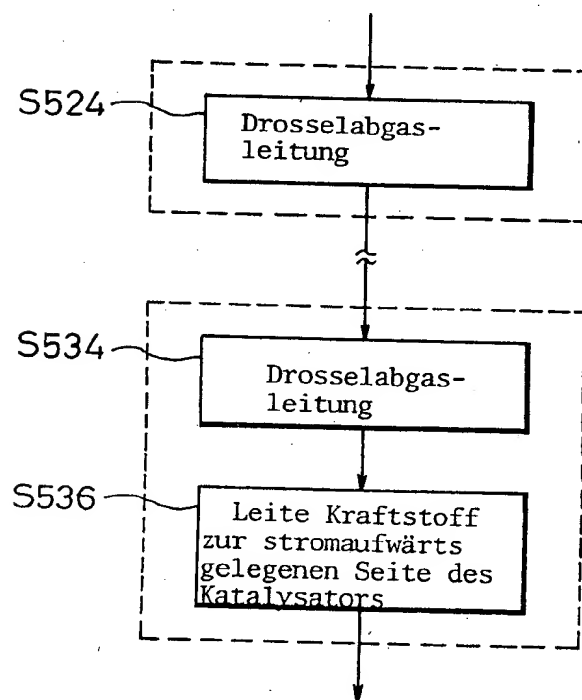


FIG. 20

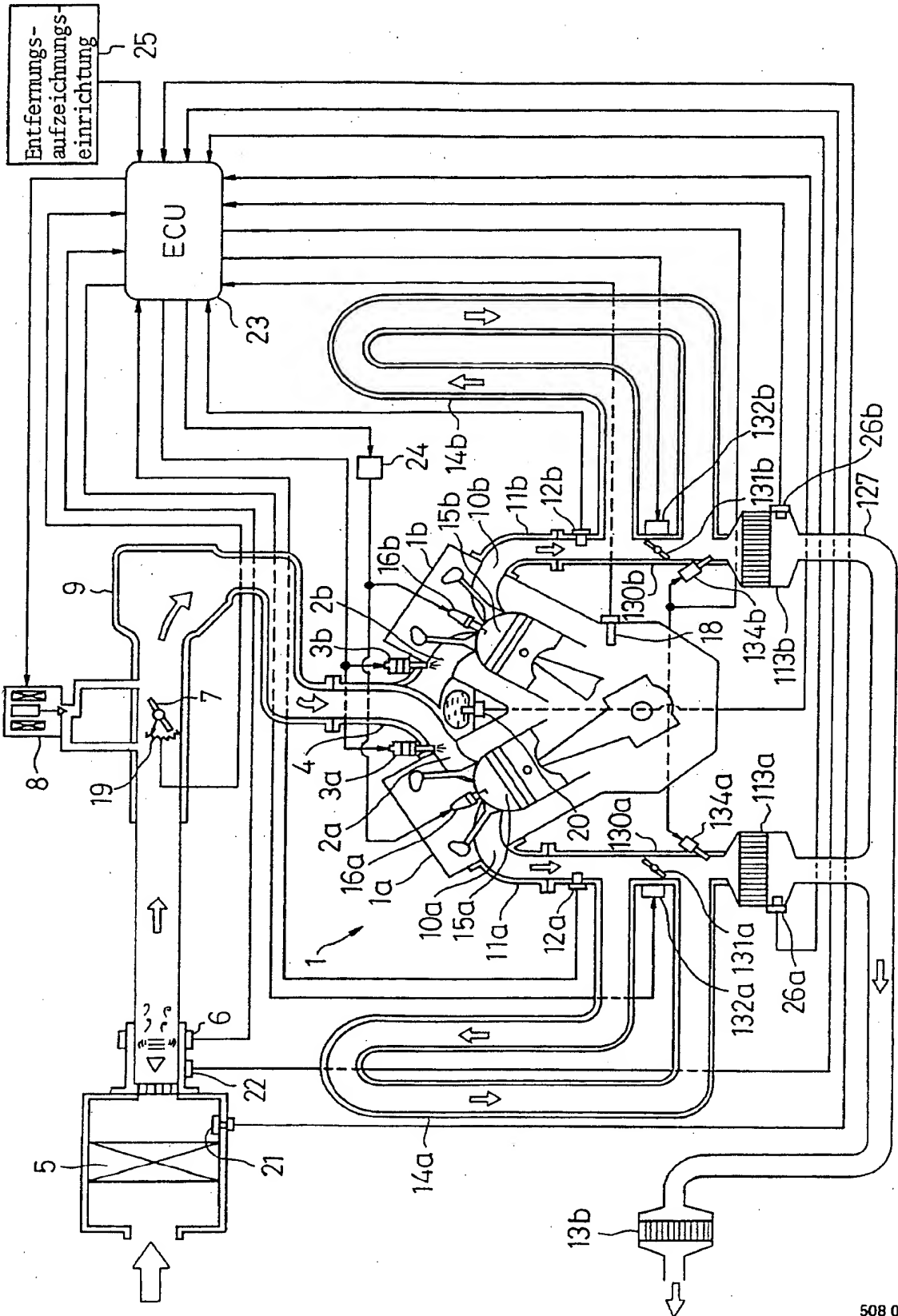


FIG. 21

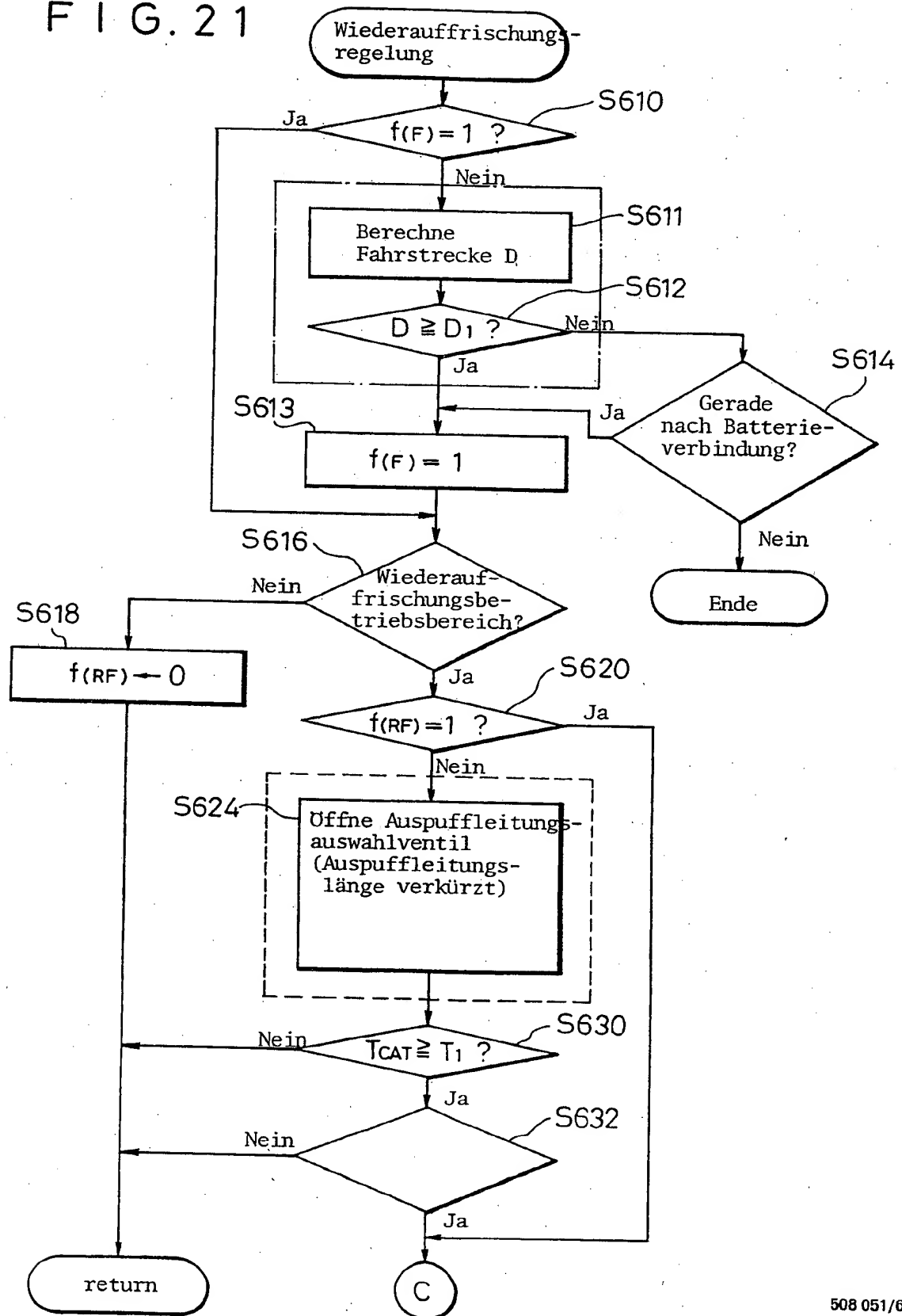


FIG. 22

